

Aus der Chirurgischen Klinik
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. med. K. Vosschulte

**Objektivierungsmöglichkeiten von Restschäden und Behandlungsergebnisse nach Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule
anhand eines Kollektivs der Chirurgischen Universitätsklinik Gießen**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizinischen Fakultät
der Justus Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von
Nikolas Papastavrou
aus Kranidi - Griechenland

Gießen 1969

Aus der Chirurgischen Klinik
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. med. K. Vosschulte

Objektivierungsmöglichkeiten von Restschäden und Behandlungsergebnisse nach Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule anhand eines Kollektivs der Chirurgischen Universitätsklinik Gießen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizinischen Fakultät
der Justus Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von
Nikolas Papastavrou
aus Kranidi - Griechenland

Gießen 1969



Dekan : Prof. Dr.med. H. Rettig

Referent : Priv.Do. Dr. H. Ecke

Korreferent : Prof. D. Dr. G. Barth

Tag der mündlichen Prüfung: 11. Dezember 1969

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung und Problemstellung	1
II. Allgemeines über Wirbelverletzungen	2
1. Art der Gewalteinwirkung, Entstehungsmechanismus der Wirbelfrakturen und Einteilung der Wirbelsäulenverletzungen	2
2. Ausheilungsvorgänge bei Wirbelbrüchen	4
3. Klinische Untersuchungen	5
4. Behandlungsmethoden	5
III. Krankengut (Eigene Ermittlungen)	8
IV. Beurteilung von Unfallfolgen an der Wirbelsäule	10
1. Vorschäden der Wirbelsäule	11
2. Klinischer Befund	15
a. Beschwerden	15
b. Herkömmliche klinische Untersuchungen	15
3. Methoden zur Messung der Wirbelsäulenbeweglichkeit bei der klinischen Untersuchung	16
4. Meßmethodik	19
a. Elkameter	19
b. Hydrogoniometer	23
5. Eigene Vergleichsuntersuchungen mit dem Elkameter und Hydrogoniometer	24
6. Vergleich der klinisch gemessenen Beweglichkeitswerte mit Röntgen-Funktionsaufnahmen der Wirbelsäule (Eigene Untersuchungen)	26
7. Röntgen-Befund	30
a. Isolierter Wirbelkörperbruch	30
b. Wirbelkörperbruch mit Bandscheibenverletzung	31
V. Spätergebnisse bei 70 Nachuntersuchten	35
1. Subjektive Beschwerden	38
2. Ergebnisse der Beweglichkeitsmessung der Wirbelsäule	41
3. Röntgenologische Ergebnisse	45
a. Funktionelle Behandlung	45
b. Aufrichtung	46
VI. Diskussion	49
VII. Zusammenfassung	56
VIII. Literaturverzeichnis	58
Tabellenanhang	

Abkürzungen.

WS = Wirbelsäule
BWS = Brustwirbelsäule
LWS = Lendenwirbelsäule
WK = Wirbelkörper
BWK = Brustwirbelkörper
LWK = Lendenwirbelkörper
WKB = Isolierter Wirbelkörperbruch
WKB + BSV = Wirbelkörperbruch mit Bandscheibenverletzung
vaW = Vollausgebildete Wirbelsäulenverletzung
BrE = Brustkorbeingangsebene
BeE = Beckeneingangsebene

I. Einleitung und Problemstellung.

Traumatische Wirbelfrakturen stellen der Medizin wegen ihrer manchmal schwerwiegenden gesundheitlichen und konsekutiven wirtschaftlichen Folgen ein ernstes Problem.

Uns Ärzten fällt die Aufgabe zu, die Heilung der Verletzten zu erreichen, und sie nach ihrer Rehabilitation nach objektiven Grundsätzen in das Erwerbsleben erneut einzugliedern.

Entdeckung und Vervollkommnung der klinischen Röntgen-Untersuchungsmethoden ermöglichen eine genaue Diagnose der Wirbelsäulenverletzungen und ihre Abgrenzung von angeborenen Veränderungen, erworbenen Systemerkrankungen oder degenerativen Schäden der Wirbelsäule (WS). Moderne Behandlungsmethoden der Wirbelfrakturen streben die Wiederherstellung der normalen anatomischen Verhältnisse und die Erhaltung der Leistungsfähigkeit der WS an, was jedoch nicht immer vollkommen gelingt.

Ziel dieser Arbeit war die Beurteilung von Unfallfolgen an der Brust- und Lendenwirbelsäule (BWS, LWS) unter objektiven, reproduzierbaren Bedingungen mit unterschiedlicher Methodik anhand des Materials der Chirurgischen Universitätsklinik Gießen. Erhebliche Schwierigkeiten bereitete dabei die Abschätzung der praetraumatischen individuell verschiedenen funktionellen Leistung der WS.

II. Allgemeines über Wirbelverletzungen.

1. Art der Gewalteinwirkung, Entstehungsmechanismus der Wirbelfrakturen und Einteilung der Wirbelsäulenverletzungen.

Die Gewalt, die ein Wirbeltrauma hervorruft, wirkt in den meisten Fällen indirekt. Sie kann die WS in der Längsrichtung als reine Stauchung treffen, wie es bei Sturz auf das Gesäß oder die Füße der Fall ist (Förderkorb- oder Fahrstuhlunfall). Ein Biegungsmechanismus entsteht durch das Auftreffen schwerer Lasten auf den Nacken oder den Kopf des Verletzten, wobei das Gesamtgerüst der WS taschenmesserartig nach vorn zusammenklappt. Schwerkkräfte können simultan eine Rolle spielen. Auslösende Ursachen sind Verletzungen im Bergbau, Verschüttungen und Verkehrsunfälle.

Wirbelfrakturen durch direkte Gewalt kommen seltener vor und können bei Steinschlag oder beim Erschlagenwerden durch Baumstämme auftreten.

Bei heftiger Lordosierung der WS sowie bei Krampfanfällen (Tetanus, Elektroschock) können ebenfalls Wirbelbrüche entstehen. Die WS ist im täglichen Leben und während der Ausübung der verschiedensten Berufstätigkeiten beträchtlichen Gewalteinwirkungen ausgesetzt. Sie bewältigt diese Belastungen jedoch, weil die Bandscheiben und die durch sie ermöglichte funktionelle Segmentierung einen stufenförmigen Abbau der einwirkenden Kräfte ermöglichen. Die Entstehung einer Wirbelsäulenverletzung ist nicht allein von der Größe und der Art der Gewalt abhängig, sondern auch von speziellen Faktoren, deren Zusammenspiel erst im Augenblick der Gewalteinwirkung einsetzt. So ist die Beschaffenheit der knöchernen Elemente der WS und ihrer Bänder und Bandscheiben für die Stellung der WS bestimmend. Darüberhinaus gewinnt eine harmonische Muskelfunktion für die Haltung der WS unter verschiedenartigen äußeren Bedingungen Bedeutung. Eine große Rolle für die Statik spielt schließlich eine regelrechte Funktion des Nervensystems hinsichtlich der willkürlichen Muskelbewegungen, des Muskeltonus und der Koordination der Bewegungen.

Mißbildungen, degenerative Veränderungen oder funktionelle Störungen innerhalb dieses Systems führen notwendigerweise zu gestörter Dynamik und herabgesetzter Widerstandsfähigkeit der WS.

Nach LOB unterscheidet man folgende Verletzungsformen:

1. Kontusionen und Distorsionen ohne röntgenologisch faßbare Folgen.
2. Isolierte Bandscheibenverletzungen.
3. Isolierte Wirbelkörperfrakturen.
4. Wirbelkörperbrüche mit Bandscheibenverletzungen.
5. Voll ausgebildete Wirbelsäulenverletzungen.
6. Echte Wirbelverrenkungen, die fast ausschließlich in der Halswirbelsäule vorkommen.
7. Isolierte Bogen- und Fortsatzbrüche.

Die Verletzungsarten, die in dieser Arbeit zur Untersuchung gelangen, sind:

a. Isolierte Wirbelkörperbrüche (WKB).

Diese Form ist an einer typischen keilförmigen Deformierung eines oder mehrerer Wirbelkörper (WK) zu erkennen. Oft sieht man Verdichtungszone unterhalb der Deckplatte des frakturierten Wirbels oder Abscherungen der Randleiste mit Stufenbildungen. Man findet diese Bruchform gehäuft im Bereich der oberen BWS.

b. Wirbelkörperbrüche mit Bandscheibenverletzungen (WKB + BSV).

Die Bandscheibenmitverletzung kann nur indirekt festgestellt werden. Neben der Verschmälerung des verletzten WK und der eventuell vorhandenen Verdichtungszone in der Spongiosa stellen sich Verschiebungen der Grund- und Deckplatten oder häufiger noch leichte Einbrüche derselben dar. Pathologisch-anatomisch zeigt die Bandscheibe Risse, Spaltbildungen und Zertrümmerungen des Gewebes, wobei der Faserring unbeteiligt sein kann.

c. Voll ausgebildete Wirbelsäulenverletzungen (vaW).

Nach schweren Gewalteinwirkungen entstehende Wirbelbruchformen, die von LOB mit einer "Explosion" der Bandscheibe erklärt werden, bilden das Hauptkontingent der vaW. Der WK weist tiefe Einbrüche seiner Deck- und Grundplatten auf und ist manchmal in mehrere Teile zersplittert. In die trichterförmigen Einbrüche dringt dann oft Bandscheibengewebe ein. Gleichzeitig können Wirbelbögen und

Gelenkfortsätze betroffen sein. Bänderzerreißen, Muskelverletzungen und Hämatome werden im praevertebralen Bindegewebe ebenfalls beobachtet. Das Rückenmark kann durch Hämatome oder durch dorsal in den Rückenmarkskanal vorspringende Fragmente beeinträchtigt oder zerstört werden.

2. Ausheilungsvorgänge bei Wirbelbrüchen.

Eine exakte Dokumentation der Ausheilungsvorgänge von Wirbelfrakturen ist röntgenologisch unsicher, da die komplizierte Struktur des Wirbels, Überlagerungen und ein verhältnismäßig geringer Callus eine genaue Aussage erschweren.

Durch eine beschränkte Anzahl geeigneter Präparate konnte ein Einblick in die Heilungsvorgänge nach einem Wirbelbruch gewonnen werden (SCHMORL, KARITZKI, WACHS, STRAUBE, LOB, SCHEIDT und PRINZ).

So gilt heute als bewiesen, daß sich beim Ausheilungsvorgang endostaler und periostaler Callus bildet. Der periostale Callus ist jedoch im Vergleich zu dem der Röhrenknochen gering. Bruchlücken füllen sich nur zögernd. Im Knochenmark bildet sich langsam endostales Callusgewebe, das die Fragmente verbindet.

Gelegentlich beobachtet man eine Verdichtungszone in unmittelbarer Nähe von Deck- und Bodenplatten. Sie wird später abgebaut. Der Umbau der Spongiosastruktur erstreckt sich über Monate und Jahre. Ein WKB braucht nach LOB 3-4 Jahre bis zur endgültigen knöchernen Ausheilung und Erlangung seiner vollen Tragfähigkeit.

Wenn Bandscheibengewebe in die Wirbelspongiosa eingedrungen ist, entstehen größere Spongiosalücken. Die Ausheilung eines solchen Wirbels nimmt dann noch längere Zeit in Anspruch. Über die Bedeutung des interfragmentär eingedrungenen Bandscheibengewebes für die Ausheilung des Bruches besteht keine Übereinstimmung.

BÖHLER erblickt keine Störung der Ausheilung, wenn eine ausreichend lange Fixationsdauer eingehalten wird und warnt vor dem Gebrauch des Begriffes "Pseudarthrose".

LOB glaubt aufgrund pathologisch-anatomischer Untersuchungen an eine Verhinderung der knöchernen Heilung durch das vorgefallene Bandscheibengewebe.

SCHEIDT und PRINZ berichteten über das Präparat eines eingerichteten Lendenwirbels, an welchem sie eine knöcherne Umbildung des in den WK eingedrungenen Bandscheibengewebes beobachtet hatten und glaubten eher an eine auf die Frakturheilung förderliche Wirkung des vorgefallenen Bandscheibengewebes.

Die nach Wirbelbrüchen auftretenden Randzackenbildungen als Ausdruck der Spondylosis deformans traumatica sind nicht mit Callusbildungen zu verwechseln.

3. Klinische Untersuchungen.

Eine genaue Erfassung des Unfallereignisses ist ebenso unerlässlich wie eine allgemeine Vorgeschichte.

Der Unfallmechanismus sollte geklärt und nach der Lokalisation von Schmerzen, nach Bewußtlosigkeit, Mastdarm- oder Miktionsbeschwerden sollte gefragt werden.

Eine sorgfältige klinische Untersuchung, die eine Inspektion (äußere Verletzungen, Deformierung der WS, Begleitverletzungen), Palpation (Dornfortsatzlinie, Klopff- und Stauchungsschmerz, Muskelspannungen) und Beweglichkeitsprüfung umfaßt, schließt sich den Erhebungen an. Aufmerksamkeit ist einer neurologischen Untersuchung zu widmen. Im Zweifel empfiehlt es sich, eine fachneurologische Untersuchung herbeizuführen.

Die Röntgenbilder müssen technisch einwandfrei sein. Aufnahmen in zwei Ebenen und eventuell Spezial-Aufnahmen (Vergrößerungsbilder, Schicht- oder Schrägaufnahmen) sollten die Diagnose klären helfen. Der Umfang der Verletzung muß schon bei der ersten Untersuchung dokumentiert werden, ebenso wie Verletzungen auf dem Boden von Knochensystemerkrankungen, z.B. Osteoporosen; Hier muß abgegrenzt werden, ob es sich bei einer Wirbelkompression um eine unfallbedingte Fraktur, eine "Spontanfraktur" oder um eine allmähliche Wirbelkörpersinterung handelt.

4. Behandlungsmethoden.

Folgende konservative Behandlungsmethoden haben sich bei Wirbelbrüchen bewährt:

- a. Die funktionelle Behandlung nach MAGNUS.
- b. Die Wirbelaufrichtung nach BÖHLER mit nachfolgendem Gipsnieder.

Jede funktionelle Behandlung beginnt mit einer Flachlagerung auf harter Unterlage. Man unterstützt die verletzte Wirbelsäulenregion durch Sandsäcke oder benutzt, wie wir an der Chirurgischen Universitätsklinik Gießen, eine Kifamulde in der Absicht, einen allmählichen Ausgleich der Gibbusbildung zu erreichen. Nach 2-3 Wochen ruhiger Rückenlage folgen Massagen der Rückenmuskulatur in Bauchlage. Zu Beginn der 5. Woche darf sich der Verletzte im Bett aufrichten. Von der 7. Woche an kann der Bruch belastet werden. Eine gymnastische Behandlung zur Stärkung der Muskulatur schließt sich an. Je nach Lokalisation und Schwere der Verletzung muß die Bettruhe länger oder kürzer bemessen werden.

Der funktionellen Behandlung steht die Wirbelaufrichtung nach BÖHLER gegenüber, die sich bei Brüchen der 11. und 12. Brustwirbelkörper (BWK) und der Lendenwirbelkörper (LWK) empfiehlt. Die Aufrichtung erfolgt im dorsalen oder ventralen Durchhang. Nach Kontrolle des Aufrichtungserfolges wird ein Gipsmieder angelegt, um die Lordosierung der WS zu erhalten. Wenn keine Nebenverletzungen bestehen, darf der Patient noch am Tag der Aufrichtung das Bett verlassen und sich ungehindert bewegen.

Wirbelbrüche können auch bei nachgewiesenen Paresen aufgerichtet werden, wenn eine vollständige Quetschung des Rückenmarkes auszuschließen ist.

Eine Aufrichtung sollte bei Verletzten jenseits des 60. Lebensjahres unterbleiben, ebenso bei adipösen und früh gealterten Patienten, sowie bei Kranken mit Osteoporose, weil diese Maßnahme für sie eine große Belastung darstellt. Beim Lungenemphysem ist eine Aufrichtung ebenfalls abzulehnen.

Eine Wirbelaufrichtung soll frühzeitig versucht werden, wenn möglich posttraumatisch. Ein Bruch, der älter als 3 Wochen ist, kann nicht mehr aufgerichtet werden. Man kann gelegentlich zwar die Achsenknickung beseitigen, die WS sinkt aber nach Entfernung des Gippes wieder zusammen.

Bei einem Bruch mit einer Gibbusbildung von weniger als 5 Grad empfiehlt BÖHLER einen Gips für 8-10 Wochen, bei 5-15 Grad einen für mindestens 12 Wochen, bei 15-20 Grad einen für 4 Monate und bei mehr als 20 Grad einen für 5 Monate. Längere Fixationszeiten können gelegentlich bei stark verschobenen Brüchen mit Querschnittssyndromen erforderlich werden.

Frakturen oberhalb des 11. BWK behandelt auch BÖHLER funktionell, da diese Brüche durch die Rippenreihe eine gewisse Stabilisierung erhalten, wenig Schmerzen verursachen, und eine Fixation im Gips, falls die Aufrichtung gelingt, schwer zu realisieren ist.

Im Gegensatz zur funktionellen Methode, strebt die Wirbelaufrichtung eine anatomische Wiederherstellung der WS-Segmente und die Beseitigung von Achsenknickungen an.

III. Krankengut (Eigene Ermittlungen).

In den Jahren 1957-1966 wurden in der Chirurgischen Universitätsklinik Gießen 159 Patienten mit Frakturen der BWS und LWS stationär aufgenommen.

107 waren Männer (67,3 %) und 52 Frauen (32,7 %) im Alter von 11 bis 80 Jahren.

Als Unfallursachen wurden 107mal (67,3 %) Stürze aus unterschiedlicher Höhe, 42mal (26,4 %) Verkehrsunfälle, 8mal (5 %) Verschüttungen oder direkte Gewalteinwirkungen und 2mal (1,3 %) Sportunfälle registriert.

68mal (42,8 %) war die Verletzung in der BWS lokalisiert, 68mal (42,8 %) lag eine Fraktur der LWS vor, und in 23 Fällen (14,4 %) diagnostizierten wir eine simultane Schädigung der BWS und LWS. 118mal (74,2 %) waren Einzelwirbel, 41mal (25,8 %) mehrere Wirbel frakturiert.

Bei den 159 Verletzten wurden röntgenologisch insgesamt 218 Wirbelbrüche gefunden.

Der 1. LWK war am häufigsten betroffen (30,3 %), es folgte der 12. BWK (24,3 %).

Von 159 Patienten hatten 47 (29,4 %) extraspondyläre Nebenverletzungen. Rückenmarksbeteiligungen wurden in 12 Fällen (7,5 %) beobachtet; 5mal war eine komplette Querschnittslähmung, in den übrigen 7 Fällen eine Parese bzw. Teilparese der unteren Extremitäten mit Sensibilitätsstörungen nachzuweisen.

Die Mortalität betrug mit 6 Todesfällen 3,8 %.

Bei 143 Patienten wurde die Behandlung und Nachbehandlung hier durchgeführt; 16 Verletzte wurden verlegt oder verließen die Klinik vorzeitig. Sie wurden in der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt.

84 Kranke (58,7 %, Durchschnittsalter 45 Jahre) wurden funktionell behandelt, in 59 Fällen (41,3 %, Durchschnittsalter 40 Jahre) ist der Bruch aufgerichtet und ein Gipsmieder angelegt worden.

Die Wahl der Behandlungsart erfolgte nach den besprochenen Richtlinien (Seite 6), jedoch sind wir der Anweisung von BÜHLER, bei Verletzten über 60 Jahre den Bruch nicht aufzurichten, nicht streng gefolgt (Abb. 1). Nach Sicherstellung einer befriedigenden Lungenfunktion stellten wir auch bei diesen Patienten die normalen anatomischen Verhältnisse im Wirbelsegment wieder her und erzielten gleichzeitig ihre schnelle Mobilisierung.

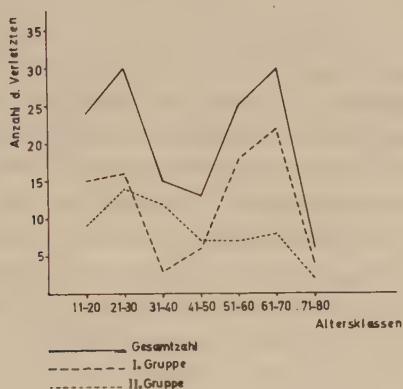


Abb. 1 Verteilung der Altersklassen nach Behandlungsmethoden.

(I. Gruppe = funktionelle Methode,

II. Gruppe = Wirbelaufrichtung)

Bei keinem Patienten mit Teilparese sahen wir nach der Aufrichtung eine Verschlechterung des neurologischen Befundes (wie STRAUBE und BÜRKLE DE LA CAMP zeigten); neurologische Ausfälle nach der Aufrichtung sind bei uns nicht eingetreten (BÜRKLE DE LA CAMP).

Die Mortalität betrug bei den funktionell behandelten Patienten mit 5 Todesfällen 6 %, in der Gruppe der aufgerichteten Wirbelfrakturen mit 1 Todesfall 1,7 % (Tab. 1).

Tab. 1 Todesursachen bei Patienten mit Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule.

<u>Todesursachen</u>	<u>I. Gruppe</u>	<u>II. Gruppe</u>
	(Funktionell) (84)	(Aufrichtung) (59)
Lungenembolie	3	-
Pneumonie	1	-
Herzinsuffizienz	-	1
Urämie, Ileus	1	-

Die durchschnittliche Zeit der stationären Behandlung betrug bei funktioneller Behandlung 42 Tage, nach Aufrichtung 20 Tage. Nach funktioneller Behandlung erfolgte eine Belastung nach durchschnittlich 63 Tagen, nach Wirbelaufrihtung eine Teilbelastung im Gipskorsett nach 13 Tagen und eine Vollbelastung nach 72 Tagen.

In der Dauer der Arbeitsunfähigkeit bestand zwischen den unterschiedlich behandelten Verletzten kein ins Gewicht fallender Unterschied - funktionelle Therapie 131 Tage, Aufrichtung 129 Tage.

IV. Beurteilung von Unfallfolgen an der Wirbelsäule.

Die Beurteilung der Spätfolgen nach Wirbelfrakturen gestaltet sich schwierig. Streng genommen existiert kein Maßstab des "Normalen" in Bezug auf Form, Haltung und Leistungsfähigkeit der WS, der bei posttraumatischen Schäden als Vergleich herangezogen werden könnte. Das Lebensalter, individuelle konstitutionelle Variationen und degenerative Veränderungen müssen berücksichtigt werden.

Hinzu kommt die Unsicherheit in der Einschätzung des praetraumatischen Funktionszustandes der WS.

Spricht man von den Folgen nach Wirbelfrakturen, so determiniert diese Bezeichnung das wirklich traumatische Geschehen nicht ganz.

Im Röntgenbild lassen sich posttraumatisch lediglich Veränderungen im knöchernen Bereich eines Wirbelsegmentes erkennen. Begleitende Mitverletzungen der Weichteile sind nicht röntgenfähig und lassen sich, wenn überhaupt, erst durch sekundäre Verknöcherungen oder durch funktionelle Ausfälle des betroffenen Segmentes und um-

schriebene Schmerzen nachweisen. Gerade diese Veränderungen und Beschwerden sind häufig primär oder sekundär durch Fehlbelastung oder Mehrbeanspruchung entstanden, die für viele mehr oder weniger differenzierte Beschwerden oder für die gestörte Funktion verantwortlich gemacht werden können. Auf den ungünstigen Einfluß eines traumatisch deformierten Segmentes auf die Funktion benachbarter Wirbelsäulenabschnitte oder auch entfernt gelegener Segmente wurde wiederholt hingewiesen (GÜNTZ, BROCHER).

Obwohl von normalen Wirbelsäulenkrümmungen wegen zahlreicher Variationen bei gesunden Menschen nicht gesprochen werden kann (LEGER), bedeutet ein nach einem Unfall entstandener Gibbus ein Störfaktor in der gewohnten Haltung der WS. Der Verletzte versucht, die Achsenänderung durch Anpassung anderer Wirbelsäulenabschnitte zu kompensieren, um das Achsengleichgewicht des Körpers wiederherzustellen. Hierdurch kommt es zu einer zusätzlichen Beanspruchung der Rumpfmuskulatur und zwangsläufig zu einer durch Lageänderung bedingten Mehrbelastung der kleinen Wirbelgelenke und der Bänder der WS.

Eine Mehrbeanspruchung, die schon in zwangloser Haltung wirksam wird, ist aber bei Lageänderung des Körpers unter Arbeitsbedingungen noch um vieles größer und führt sekundär zu degenerativen Veränderungen.

1. Vorschäden der Wirbelsäule.

Aufmerksamkeit ist den Vorschäden der WS zu widmen.

Angeborene Fehlbildungen und Variationen spielen eine untergeordnete Rolle, da ihre Erkennung und Differenzierung röntgenologisch keine Schwierigkeiten bereitet. Ein kongenitaler Blockwirbel kann vom traumatischen Blockwirbel differenziert werden.

In der Jugend erworbene Veränderungen der WS sind von Bedeutung, da man diese Befunde als unfallbedingt ansehen könnte. Bei der juvenilen Kyphose (Scheuermann'sche Krankheit) z.B. können die Deformierungen der Deckplatten, die Keilform der WK und die folgende Verkrümmung der WS mit Unfallfolgen verwechselt werden.

Unmittelbar posttraumatisch muß eine Abgrenzung solcher Veränderungen und auch der von Kyphosen unterschiedlicher Genese gegenüber

Unfallfolgen vorgenommen werden. Röntgenuntersuchungen und eine sorgfältige Anamnese schützen vor Irrtümern. Andererseits sollte berücksichtigt werden, inwieweit ein Trauma eine Dekompensation der Funktion solcher vorgeschädigter WS und einen sonst noch nicht zu erwartenden Leistungsausfall befördert.

Eine weit größere Bedeutung kommt aber den Verschleißerkrankungen der WS zu.

So stellt die Osteoporose wegen der mit ihr verbundenen diagnostischen und gutachterlichen Schwierigkeiten ein Problem dar. Bei ihr handelt es sich um eine Skelettentkalkung mit einer Verminderung von Anzahl und Dicke der Knochenbälkchen (JUNGHANNS). Es gibt unterschiedliche Ursachen für die Stoffwechselstörung, deren Symptom die Osteoporose ist. Die senile bzw. praesenile Osteoporose tangiert mit ihren Folgen am häufigsten den Bereich der Traumatologie.

Die von der Osteoporose meist stärker als andere Knochen befallene WS ist leicht verletzlich, und es kommt unter der Expansionskraft einer wenig oder nicht veränderten Bandscheibe und unter geringfügigen Gewalteinwirkungen, die das tägliche Leben mit sich bringt, zu spontanem Zusammenbruch der WK. Ungeklärt ist noch, ob der "Spontanbruch" eines osteoporotischen Wirbels plötzlich oder allmählich vor sich geht (BROCHER).

Aus diesem Grunde ist in solchen Fällen die Anamnese, aber vor allem der Unfallmechanismus von Interesse. Röntgenologisch helfen Spezial- und Schichtaufnahmen. Bruchstufen- und linien lassen sich nachweisen. Sie sind bei "Spontanfrakturen" nicht anzutreffen (LOB, BROCHER). Die Lokalisation der fraglichen Verletzung gibt weitere Hinweise. (Traumatische Frakturen kommen vorwiegend in der LWS und unteren BWS, osteoporotische Frakturen in der mittleren BWS vor.)

Bei Kombination einer Fraktur mit einer Osteoporose treten Schwierigkeiten in der Deutung der vorhandenen Beschwerden auf. Lediglich ein Teil der von einer Osteoporose heimgesuchten Patienten gibt subjektive Beschwerden an (BROCHER). Selbst wenn verhältnismäßig hochgradige Kyphosen und Ausgleichskrümmungen entstanden sind, verläuft eine Altersosteoporose nicht selten beschwerdefrei. Bei der praesenilen Form sind Beschwerden schon häufiger.

Deshalb sollte man bei der Beurteilung von Vorschäden neben der Anamnese und dem Unfallmechanismus vor allem die bisherige Leistungsfähigkeit im Beruf berücksichtigen (GÜNTZ).

Eine Spondylosis deformans entsteht durch Abtrennungen bzw. Abrisse der Faserringschichten der Bandscheibe von der knöchernen Wirbelkörperperrandleiste und wird röntgenologisch durch sekundäre Verknöcherungen (Randwulstbildungen) sichtbar. Sie fängt relativ früh an. Vom 40. Lebensjahr an werden oft Randwülste sichtbar, die mit fortschreitendem Alter zunehmen und klinisch ohne große Bedeutung sind. Schmerzen oder Leistungsstörungen werden durch die Randwülste nicht verursacht. Sie sind aber oft mit Fehlhaltungen der WS verbunden und entwickeln sich bevorzugt an statisch besonders beanspruchten Bandscheiben. In diesem Fall können sich Beschwerden von der Fehlhaltung herleiten. Randwulstbildungen sind Nebenerscheinungen der Fehlhaltung und nicht Ursache der Schmerzen.

Als Traumafolge kann eine allgemeine Spondylosis deformans nicht auftreten (LOB, JUNGHANNS).

Als Spondylosis deformans traumatica bezeichnet man jene Form, die auf das Verletzungsgebiet beschränkt bleibt. Sie entsteht durch Abrisse der Faserringschichten bei Bandscheibenverletzungen und wird röntgenologisch 4-6 Wochen nach dem Unfall durch Randwulstbildungen sichtbar. Ihre Entwicklung ist aber nach 6-7 Monaten abgeschlossen (LOB).

Es herrscht Übereinstimmung darüber, daß die posttraumatische Randwulstbildung klinisch ohne Belang ist. Sie stellt lediglich einen Reparationsvorgang dar. Ihre Entwicklung ist sogar wünschenswert, wenn sie nämlich zu einer Fixierung des verletzten Bewegungssegmentes führt und hierdurch zu einer Stabilisierung. Andererseits kann sie, wenn sie das erwünschte Maß überschreitet, zur Funktionseinbuße an einem Wirbelsäulenabschnitt führen.

Verschlimmerungen einer bestehenden allgemeinen Spondylosis deformans durch einen Unfall sind nur selten anzunehmen, es sei denn, daß es zu Störungen der Statik und zu wesentlichen Fehlbelastungen der WS kommt (LOB, BROCHER).

In einzelnen Fällen muß bei Chondrosis intervertebralis bzw. Osteochondrosis geklärt werden, ob nach einem Wirbelbruch eine Verschlimmerung des Vorschadens eingetreten ist.

Bei einer Chondrosis intervertebralis handelt es sich um einen chronischen Verschleiß der Bandscheiben, der durch Turgorverlust mit Spaltbildungen und Zerbröckelung des Zwischenscheibengewebes charakterisiert ist (JUNGHANNS). Röntgenologisch wird eine Verschmälerung des Zwischenwirbelraumes festgestellt. Funktionell hat die Chondrose eine Lockerung im Bewegungssegment mit abnormer Beweglichkeit zur Folge. Beschwerden nach Wirbelbruch können bei bestehender Chondrose Ausdruck nur dieser Veränderung sein. Andererseits ist aber beschrieben worden, daß nach einem Wirbeltrauma durch Ruhigstellung und sekundäre Verknöcherungen eine Stabilisierung des Bewegungssegmentes und eine Beseitigung der Beschwerden auftrat.

In der Praxis muß sich also die Beurteilung der Unfallfolgen an der WS auf röntgenologische und klinische Befunde stützen.

Röntgenuntersuchungen ergeben lediglich Auskünfte über Veränderungen im knöchernen Bereich und deren Ausheilung. Die Funktion der WS hängt nach einer Verletzung aber auch von den Wiederherstellungsvorgängen an den Weichteilen ab (Wiedererstarkung der Muskulatur, Bewegungsspiel im Segment, Koordination der Bewegungen an der ganzen WS, Steigerung der Beweglichkeit. Deshalb kann der Röntgenbefund, so unerläßlich und wertvoll er ist, eine klinische Untersuchung nicht ersetzen.

Sie sollte zweckmäßig vor der Beschaffung des Röntgenbildes durchgeführt werden und die Leistungsfähigkeit der gesamten WS ermitteln. Kriterien einer allgemeingültigen Beurteilung der Leistungsfähigkeit (ERDMANN, PROBST) sind die Tragfähigkeit der WS (röntgenologisch feststellbar), ihre Beweglichkeit und die subjektiven Beschwerden.

2. Klinischer Befund.

a. Beschwerden.

Subjektive Beschwerden in Form von Schmerzen und Bewegungseinbußen sind ein Kriterium für den Behandlungserfolg.

Wenn eine WS posttraumatisch den täglichen Leistungsanforderungen entspricht, darf sie als gesund gelten, auch dann, wenn sorgfältige Röntgenuntersuchungen von der Norm abweichende morphologische oder funktionelle Einzelheiten aufweisen sollten (ERDMANN).

Schmerzen im Bruchbereich aber auch in entfernt gelegenen Wirbelsäulenbereichen müssen registriert und mit dem objektiven Befund verglichen werden.

Bei älteren Patienten sind posttraumatische Beschwerden von unfallunabhängigen Ursachen abzugrenzen. Andererseits sollten Schmerzen, die nach einem Unfall auftreten, nicht kritiklos auf unfallfremde Vorzustände zurückgeführt werden.

b. Herkömmliche klinische Untersuchungen.

Klinische Untersuchungen erfassen Haltungsanomalien, Asymmetrien, Muskelverhärtungen, ferner Muskelschwund und Druckschmerzhaftigkeit durch Inspektion, Palpation und die aktive und passive Prüfung des Bewegungsausmaßes der WS.

Die Beweglichkeit der WS ist wichtigstes Kriterium ihrer Leistungsfähigkeit (GÜNTZ, BROCHER, ERDMANN, PROBST, WAGENHÄUSER). Obwohl die Überprüfung der Motilität der WS bei posttraumatischen Begutachtungen nie unterlassen wird, fehlt es an reproduzierbaren, objektiven Methoden. Bei der WS scheidet eine Vergleichsmöglichkeit mit der "gesunden Seite" wie bei Gliedmaßenverletzungen aus. Die Unzugänglichkeit für eine direkte klinische Prüfung, der komplizierte anatomische segmentierte Aufbau und die vielen Zwecken dienende Funktion, sowie konstitutionsbedingte, individuelle Verschiedenheiten erschweren eine Beurteilung der Motilität.

Bewegungsausmaße wurden in zahlreichen anatomischen und radiologischen Untersuchungen ermittelt und in Meßergebnissen festgehalten (FINK, DITTMAR, BAKKE, CHAPCHAL).

Anatomische Studien sind aber für die Klinik von geringer Bedeutung. Röntgenologische Ergebnisse durch gehaltene Bewegungsaufnahmen haben als Routineuntersuchung alle Nachteile einer großen Strahlenbelastung, eines schwer zumutbaren finanziellen Aufwandes und einer speziellen technischen Ausstattung. Außerdem können sie den zeitlichen Ablauf der Bewegungen nicht wiedergeben und somit die Funktion der WS als dynamischen Vorgang nicht festhalten (PROBST, ERDMANN, BECHTHOLD).

3. Methoden zur Messung der Wirbelsäulenbeweglichkeit bei der klinischen Untersuchung.

Die Bestimmung des Bewegungsumfanges der WS erfolgt allgemein durch Schätzung des Untersuchers. Bei diesem Vorgehen sind große Täuschungsmöglichkeiten gegeben.

Eine grobe Methode ist die Messung des Fingerspitzen-Boden-Abstandes bei Vorwärtsbeugung oder auch bei seitlicher Neigung (LANGE). Diese Untersuchung ist völlig unzureichend, weil sie allein Rückschlüsse auf die Bewegung der funktionellen Einheit LWS-Becken-Hüftgelenke erlaubt, und ihr Ergebnis auch von der Konstitution des Probanden und seiner Bereitschaft zur Cooperation abhängt (JUNGHANS, GÜNTZ, RETTIG, SCHNELLE, WAGENHÄUSER).

Mit den Meßfächern nach SCHLAAF, einer ausgezeichneten Methode zur Messung der Beweglichkeit einzelner Gelenke, erhält man unsichere Ergebnisse, weil die fortgesetzte Koppelung einzelner Wirbelsäulenelemente und die bogenförmige Gestaltung der Weichteilkontur bei der Bewegung exakte Messungen erschweren.

Ein Verfahren von SCHOBER ermittelt das Bewegungsausmaß der LWS in der Sagittalebene aus der Abstandsveränderung zweier markierter Dornfortsätze am LWS-Kreuzbeinübergang im Vergleich zur Normalstellung (RETTIG, SCHNELLE). Als normaler Bewegungsumfang gilt für die LWS ein Wert von 9-15 cm (10 cm Normalstellung).

Eine dem SCHOBER'schen Verfahren ähnliche Methode gab OTT zur Messung der Sagittalbeweglichkeit der BWS an, und PROBST schlägt ein entsprechendes Verfahren für die ganze Rumpfwirbelsäule vor.

Diese Methodiken mögen einen gewissen Wert zur Aufdeckung begrenzter Fixationen besitzen. Die Motilität der WS kann man mit ihnen jedoch nur in einer Ebene prüfen. Zudem ist wegen der unterschiedlichen Längen der WS bei verschiedenen großen Menschen kein einheitliches Bezugsmaß für die Normalstellung gegeben. Schließlich kommt die Angabe von Winkelbewegungen durch ein Längenmaß dem Vorstellungsvermögen wenig entgegen.

In den letzten Jahren wurden Instrumente entwickelt, die der Beweglichkeitsmessung der WS in allen Richtungen dienen. Es handelt sich um das Elkameter^X von K.H. HACKETHAL (Lot-Kompaß-Arthrometer) und um das von RIPPSTEIN erfundene und von der Firma Geigy, Basel, als Instrument hergestellte Hydrogoniometer.

Das Elkameter (Abb. 2) ist ein 35 g schweres Meßgerät, das direkt mit Pflaster am Körper des Patienten befestigt werden kann, und das Lageänderungen des Befestigungsortes gegen die "Lotlinie" (Beugung, Streckung und seitliche Neigung) mit Hilfe des Lotes und gegen die "Magnetpollinie" (Drehung) mit Hilfe der Magnetnadel ablesen läßt.

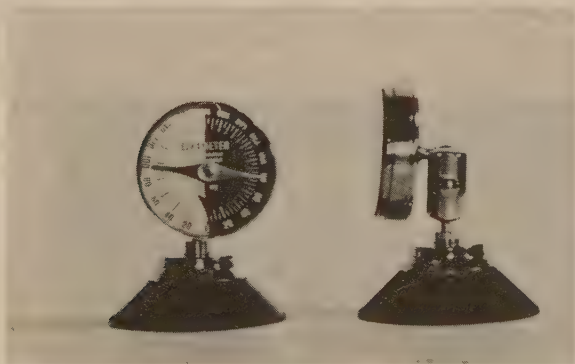


Abb. 2 Elkameter von vorn und seitlich

X Hersteller: Kompaß-Fabrik B. Otto, Nürnberg.

Das Gehäuse des Instrumentes steht über Kugelgelenke mit einer Fußplatte in Verbindung. Ein Zifferblatt zeigt zwei Halbkreise mit einer Gradeinteilung von $0-180^{\circ}$. Eine Einstellungsmöglichkeit auf den jeweiligen Nullpunkt erleichtert die Ablesung der Skala. Durch die Lotlinie einerseits und den magnetischen Pol andererseits wird die Bestimmung der Beweglichkeit in der sagittalen und frontalen Ebene, sowie die Drehbeweglichkeit nach je zwei Richtungen ermöglicht.

Das notwendige Instrumentarium besteht aus drei Elkametern; zwei werden direkt auf die Haut aufgesetzt, das dritte ist auf einem Beckenzirkel fixiert und dient der Messung der Eingangsebenen von Brustkorb und Becken.

Das Hydrogoniometer (Abb. 3), auf ähnlichen Prinzipien wie das Elkameter beruhend (WAGENHÄUSER), besteht aus einem mit Flüssigkeit gefüllten, beweglichen Gehäuse, das mit einer Fußplatte verbunden ist. Das Zifferblatt, je zur Hälfte von $0-180$ graduiert, läßt sich leicht drehen und bleibt bei jeder Vierteldrehung automatisch fixiert. Der Meßzeiger ist mit einem Schwimmkörper versehen und bleibt bei allen Bewegungen in der Lotrichtung stehen. Das Instrument kann bei der Messung mit der Hand gehalten oder am Körper an der gewünschten Stelle befestigt werden.

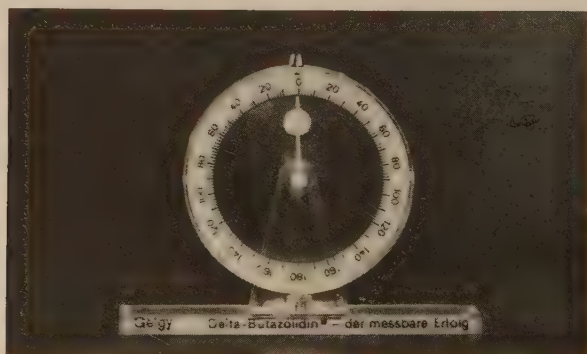


Abb. 3 Hydrogoniometer.

4. Meßmethodik.

a. Elkameter.

Die Elkameter-Messung nach HACKETHAL stellt ein Verfahren dar, welches aus der Neigung der Brustkorb- und Beckeneingangsebene (BrE, BeE) und der Veränderung ihrer Neigungswinkel bei Bewegungen indirekte Rückschlüsse auf die Beweglichkeit der WS erlaubt. Der Neigungswinkel der BrE wird durch eine gedachte Gerade von der Spitze des 1. BWK-Dornfortsatzes zum Jugulum und der durch sie verlaufenden Vertikalen definiert. Bei der Bestimmung der BeE verläuft die gedachte Linie vom Kreuzbein in Höhe der hinteren Darmbeinstachel durch die Symphyse hindurch und bildet mit der Vertikalen den sogenannten Beckeneingangswinkel.

Die Bestimmung der Neigungswinkel an der BrE und BeE geschieht mit Hilfe des Zirkelkameters und dient der Ermittlung der sogenannten Null-Stellung der Rumpfwirbelsäule, die beim gesunden Menschen mit einer Neigung der BrE von 65° und mit einer solchen der BeE von 60° definiert ist. Veränderungen der Eingangswinkel im Sinne einer Vergrößerung entsprechen bei lockerer Körperhaltung einer Streckvorgabe (gestrecktere WS), und Veränderungen der Eingangswinkel im Sinne einer Verkleinerung ergeben eine Beugevorgabe (vom Physiologischen abweichende Beugung der Rumpfwirbelsäule).

Ist nun beim normalen Brustkorbnigungswinkel der Beckenneigungswinkel vergrößert, so handelt es sich meist um eine durch Ausgleichen der physiologischen Lendenlordose entstandene Beugevorgabe der WS. Es kann theoretisch der Fall eintreten, daß der Beckenneigungswinkel vergrößert und der Brustkorbnigungswinkel verkleinert ist. Hierdurch entsteht eine ausgeprägte Beugegrundstellung der WS, die von der mit der Elkametermethode ermittelten Gesamtbeugung der Rumpfwirbelsäule subtrahiert werden muß.

Andererseits muß eine solche Beugevorgabe bei der Überprüfung der Überstreckung der Rumpfwirbelsäule zu den gefundenen Überstreckungs-Elkameter-Werten hinzugezählt werden.

In gleicher Weise wird bei Streckvorgaben der Rumpfwirbelsäule, wie sie durch Abflachung der BrE und Steilstellungen der BeE entstehen, verfahren.

Aus dem Vorausgehenden geht bereits hervor, daß die Ermittlung der Neigungswinkel der BrE und BeE ausschließlich der Information über die Stellung der zu untersuchenden WS dient und den am sogenannten Zeiger-Elkameter ablesbaren Wert bei Abweichungen von der Null-Stellung korrigiert.

Das Null-Elkameter sitzt über dem Kreuzbein in Höhe der hinteren Darmbeinstachel. Dieser Abschnitt der WS nimmt normalerweise an der Bewegung der Rumpfwirbelsäule nicht teil. Ausschläge am Null-Elkameter zeigen eine Beckenmitbewegung an und sind obwohl bei der Beugung als auch bei der Streckung von den durch das Zeiger-Elkameter (Höhe 1. BWK) ermittelten Werten abzuziehen.

Bei der Bestimmung der Beweglichkeit der Rumpfwirbelsäule wird in der Praxis so verfahren, daß zunächst die Eingangswinkel von Brustkorb und Becken gemessen werden um zu ermitteln, ob bei dem Probanden die sogenannte Null-Stellung der WS vorliegt (Abb. 4). Liegt sie vor, und das war bei der überwiegenden Anzahl unserer Patienten mit Wirbelsäulenverletzungen und auch bei einer Untersuchungsreihe von gesunden Versuchspersonen der Fall, so brauchen keine Korrekturen der bei Bewegungen gemessenen Elkameter-Werte vorgenommen zu werden. Besteht eine Beugevorgabe, so muß sie von dem Gesamt-Beuge-Elkameter-Wert subtrahiert und zum Streck-Elkameter-Wert addiert werden, um das tatsächliche Bewegungsausmaß zu ermitteln. Das war in unserem Material lediglich bei 14 Patienten der Fall, was einem Hundertsatz von 20 % entspricht.

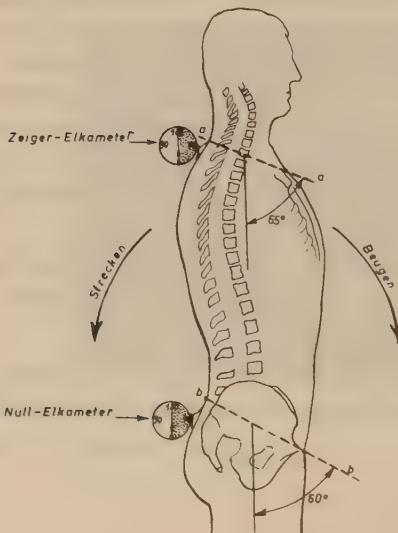


Abb. 4 Null-Stellung der WS
in der Sagittalebene.

aa = Verbindungslinie 1. BWK-
Dornfortsatz-Jugulum. Nei-
gungswinkel der BrE 65°.

bb = Verbindungslinie Kreuz-
bein-Symphyse. Neigungs-
winkel der BeE 60°.

Hiernach wird die Beuge- und Streckfähigkeit der Rumpfwirbelsäule durch das Zeiger-Elkameter ermittelt und kann lediglich bei einer Beckenmitbewegung, die das Null-Elkameter festhält, eine Korrektur durch Subtraktion vom Zeiger-Elkameter-Wert erfahren.

Null- und Zeiger-Elkameter sind bei Überprüfung der Beuge- und Streckbewegung der Rumpfwirbelsäule in der Bewegungsebene senkrecht gestellt. Bezugssystem der Messung ist das Lot (Abb. 4).

Nach Überprüfung der Sagittalbeweglichkeit wird das Bewegungsausmaß der WS in der Frontalebene durch seitliches Neigen der WS bestimmt. Zur Null-Stellung in dieser Ebene gehören die Verbindungslinien zwischen beiden Akromien und zwischen den obersten Punkten der Darmbeinkämme. Sind sie genau waagerecht und damit parallel, so ist die Null-Stellung nach HACKETHAL erreicht (Abb. 5). Abweichungen von der Waagerechten lassen sich als Neigungsvorgaben nach rechts oder nach links bei der Bewegung nach der gleichen Seite abziehen und nach der Gegenseite addieren. Diese Korrektur entspricht dem

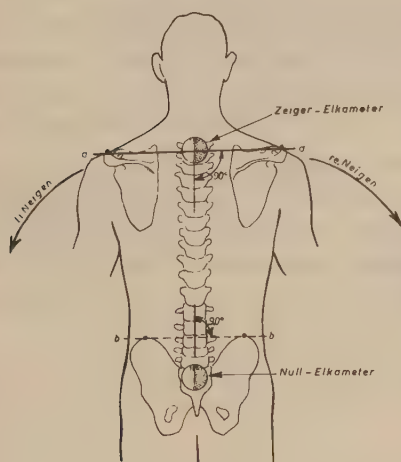


Abb. 5 Null-Stellung der WS
in der Frontalebene.

aa=Akromialverbindungsline.

bb=Verbindungsline zwischen
den obersten Punkten der
Darmbeinkämme.

bereits Besprochenen in der Sagittalebene. Null- und Zeiger-Elkameter werden bei der Überprüfung der Neigung der Rumpfwirbelsäule in der Bewegungsebene wieder senkrecht gestellt. Bezugssystem der Messung ist gleichfalls das Lot (Abb. 5).

Als letzte Bewegungsmöglichkeit wird die Drehbeweglichkeit der WS geprüft. Diese läßt sich nur - und das unterscheidet das Elkameter von allen anderen Instrumenten - mit Hilfe der eingebauten Kompaßnadel ermitteln. Die Magnetnadel ist für die Drehung ein ähnliches Bezugssystem, wie das Lot für die Beugung, Streckung oder Neigung. Bei der Drehbewegung wird die Null-Stellung der WS durch das Zirkel-Elkameter ermittelt. Seine Skala muß waagerecht stehen, um die Magnetnadel freizugeben.

Zunächst tastet man beide Akromien ab und stellt den Punkt, den die Kompaßnadel als Norden angibt, mit der Skala auf Null ein. Anschließend tastet man mit den Enden des Zirkels die vorderen Darmbeinstachel ab und muß, falls die Drehstellung der WS der Null-Stellung entspricht, die Magnetnadelspitze ebenfalls auf Null vorfinden (Abb. 6). Abweichungen von der Null-Stellung werden von uns als Drehvorgabe nach rechts oder nach links bezeichnet.

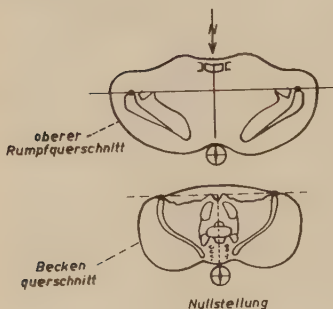


Abb. 6 Null-Stellung der WS
in der Horizontalebene.
(nach Hackethal)

Nach Aufsetzen des Null- und Zeiger-Elkameters auf die bekannten Punkte und Einstellung der Kompaßnadel auf Null, - die Elkameter müssen für diese Messung waagrecht stehen - wird der Proband aufgefordert, sich mit dem Oberkörper erst nach rechts und dann nach links zu drehen. Zunächst wird die Skala des Zeiger-Elkameters abgelesen, danach ist das Null-Elkameter zu beachten, und zeigt sich hier eine Beckenmitbewegung im Sinne eines Elkameter-Ausschlages, so muß zur Ermittlung der wahren Drehbewegung der WS der Null-Elkameter-Wert vom Zeiger-Elkameter-Wert subtrahiert werden.

Unbeschadet davon muß beispielsweise eine Drehvorgabe nach rechts von dem Gesamt-Drehwert nach rechts subtrahiert werden, während sie zum Drehwert nach links hinzugezählt werden muß.

Voraussetzung zu einwandfreien Resultaten ist eine cooperative Einstellung des Probanden, die aber in gleichem Maße für sämtliche anderen Untersuchungen, auch für gehaltene Röntgen-Aufnahmen, Vorbedingung ist.

b. Hydrogoniometer.

Weil das Hydrogoniometer auf gleichen Prinzipien beruht wie das Elkameter, ist die Messung der Wirbelsäulenbeweglichkeit grundsätzlich auf derselben Basis möglich, mit Ausnahme einer Überprüfung der Drehbeweglichkeit.

Bei dem Aufbau des Instrumentes fehlt jedoch die Montierung auf einem Taster-Zirkel, so daß eine Bestimmung der Null-Haltung der WS undurchführbar ist. Darum gelingt mit dem Hydrogoniometer nur die Messung der summarischen Beweglichkeit (von der extremen Beugung bis zur extremen Streckung).

5. Eigene Vergleichsuntersuchungen mit dem Elkameter und Hydrogoniometer.

Zur Klärung der Frage, ob beide Instrumente die nötige Empfindlichkeit aufweisen, um einen bestimmten, bekannten Winkel genau anzuzeigen, wurden je ein Elkameter und ein Hydrogoniometer auf 0 Grad eingestellt und auf einer schiefen Ebene von 40° montiert. Wie die Abb. 7 zeigt, ist die Angabe beider Instrumente exakt. Das trifft auch für schiefe Ebenen anderer Neigungswinkel zu.



Abb. 7 Hydrogoniometer und Elkameter auf einer schiefen Ebene von 40° .

Weiterhin wurde, um die Aussagekraft beider Instrumente zu vergleichen, bei einem Kollektiv von 25 Personen die Beweglichkeit der Rumpfwirbelsäule mit beiden Instrumenten gemessen. Es handelte sich um Versuchspersonen mit verheilten Wirbelbrüchen (Trauma lag 4-18 Monate zurück).

Die Messung erfolgte nach der auf Seite 19 angegebenen Methodik. Neben dem Zeiger-Elkameter über dem 1. BWK wurde ein Hydrogoniometer befestigt. Es wurden also die mit den beiden Instrumenten gemessenen Gesamt-Werte der Beweglichkeit (mit Beckenmitbewegung) verglichen, und es ergaben sich folgende Resultate: (Tab. 2).

Tab. 2. Mittelwert der Wirbelsäulenbeweglichkeiten von 25 Versuchspersonen.

	<u>Gesambeweglichkeit</u> (Elkameter)	(Hydrogon.)	Beckenmit- bewegung (Elkameter)	Rumpf-WS- Beweglichkeit (Elkameter)
Beugen	114,8°	114,5°	49,0°	65,8°
Strecken	42,2°	41,6°	15,4°	26,8°
re. Neigen	46,7°	46,6°	6,2°	40,5°
li. Neigen	46,6°	46,6°	6,8°	39,8°

Wenn man von der unmöglichen Festlegung der Eingangsebenen durch das Hydrogoniometer absieht, ergeben sich bei den Gesamtbewegungen der WS zwischen beiden Methoden keine signifikanten Unterschiede. Die größte Differenz zwischen Elkameter- und Hydrogoniometerwerten betrug 2°.

Die Unterschiede in der Grad-Anzeige erklären sich aus der relativ langen Fußplatte des Hydrogoniometers, die sich der Konvexität des Körpers nicht anpaßt. Hier ist das Elkameter mit seiner kleinen Basis aus Gummi leicht zu befestigen und in der Benutzung von Vorteil. Wenn man dazu berücksichtigt, daß allein mit dem Elkameter außerdem noch die Drehbeweglichkeit der WS gemessen werden kann, erklärt es sich, warum wir das Elkameter zur Objektivierung der Behandlungsergebnisse vorzogen.

In der folgenden Tab. 3 sind die Möglichkeiten der metrischen Bestimmung der WS-Beweglichkeit, die verschiedene Methoden bieten, zusammengefaßt.

Tab. 3 Bestimmung der WS-Beweglichkeit mit unterschiedlicher Methodik.

Methodik	Sagittalebene	Frontalebene	Horizontalebene
Verfahren nach SCHÖBER	+	-	-
Bewegungsauf- nahmen der WS	+	+	-
Hydrogoniometer	+	+	-
Elkameter	+	+	+

6. Vergleich der klinisch gemessenen Beweglichkeitswerte mit Funktionsaufnahmen der Wirbelsäule (eigene Untersuchungen).

Um die klinisch mit dem Elkameter gemessenen Werte der WS-Beweglichkeit zu überprüfen, wurden im Rahmen einer anderen Versuchsserie gleichzeitig Bewegungsaufnahmen der WS angefertigt. Bei fünf Probanden ist die Rumpfwirbelsäule nach vorheriger Markierung in extremer Vor- und Rückwärtsbeugung geröntgt worden. Simultan wurde an über den Markierungen angelegten Elkametern die Gesamt- und die Beckenbeweglichkeit abgelesen. Das mit dem Elkameter gemessene Bewegungsausmaß der Rumpfwirbelsäule wurde anschließend mit dem aus dem Röntgenbild errechneten Wert (BAKKE) verglichen. Das Verfahren von BAKKE bestimmt den Grad der Dorsal- und Ventralbeweglichkeit eines Bewegungssegmentes aus der Differenz des Winkels zwischen Deck- und Bodenplatte zweier benachbarter WK in unterschiedlichen Bewegungsstellungen gegenüber der individuellen Normalstellung (Abb. 8 a-d und Abb. 9 a-b).



Abb. 8a

Abb. 8b



Abb. 8c

Abb. 8d

Abb. 8 H.L. geb. 25.2.41, Fraktur des 12. BWK am 28.2.67, Aufrichtungsbehandlung, Nachuntersuchung am 16.11.68.

Abb. 8a und 8b Röntgenaufnahme der BWS und LWS im Stehen.

Abb. 8c und 8d Funktionsaufnahmen der BWS und LWS in extremer Vorwärtsbeugung.

Die Beugung entspricht im Röntgenbild 78° (Die Winkel der Segmente wurden addiert.) Elkameterwert 85° .

Die Elkameter-Werte sind konstant um 5-10% größer als die vom Röntgenbild errechneten. Dieser Unterschied ist für beide Bewegungsrichtungen der Rumpfwirbelsäule in der Sagittalebene ermittelt worden.

Elkameter-Werte können deshalb, obgleich sie etwas größer ausfallen als Röntgenbild-Meßwerte, als objektiv angesehen werden.

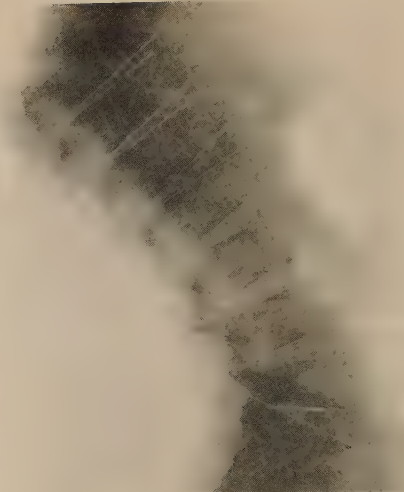


Abb. 9a (links)

Abb. 8b (oben)

Abb. 9a J.B. 27 Jahre, gesund. Seitliche Aufnahme der WS $D_{11}-S_1$ im Stehen.

Abb. 9b Derselbe Fall. Funktionsaufnahme in Überstreckung. Die Beweglichkeit im Röntgenbild entspricht $22,5^\circ$ (für $D_{11}-S_1$). Gemessener Wert mit dem Elkameter 24° .

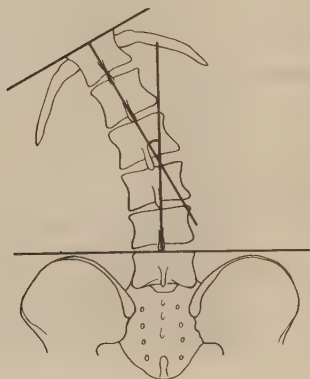


Abb. 10 Methode zur Messung des Neigungswinkels der WS nach COPP.

Die seitliche Neigung der WS wurde ebenfalls mit beiden Verfahren überprüft. Im Röntgenbild wurde der Neigungswert nach COPP ausgewertet (Abb. 10).

Aus der Tab. 4 geht hervor, daß die Elkameter-Werte auch für diese Bewegungen als hinreichend genau angesehen werden können, weil sie mit Unterschieden bis zu 3° den aus den Röntgenbildern errechneten Werten entsprechen.

Tab. 4. Ergebnisse einer Vergleichsuntersuchung der seitlichen Beweglichkeit der Wirbelsäule mit dem Elkameter mit Funktionsaufnahmen bei 10 gesunden Personen.

Versuchs- person	WS- Abschnitt	Elkameter-Wert	Röntgenol. ermit- telter Wert
1. Ve.	D ₉ -S ₁	re. 35° li. 30°	re. 34° li. 30°
2. Le.	D ₉ -S ₁	re. 25° li. 19°	re. 26° li. 18°
3. Ma.	D ₁₁ -S ₁	re. 33° li. 27°	re. 31° li. 28°
4. Gr.	D ₁₀ -S ₁	re. 25° li. 22°	re. 27° li. 20°
5. K8.	D ₁₂ -S ₁	re. 28° li. 27°	re. 26° li. 24°
6. Schm.	D ₁₀ -S ₁	re. 16° li. 16°	re. 15° li. 15°
7. Wie.	D ₁₀ -S ₁	re. 30° li. 22°	re. 32° li. 25°
8. Ti.	D ₉ -S ₁	re. 25° li. 25°	re. 25° li. 25°
9. Ad.	D ₉ -S ₁	re. 28° li. 25°	re. 29° li. 25°
10. Be.	D ₈ -S ₁	re. 33° li. 30°	re. 34° li. 27°

7. Röntgen-Befund.

a. Isolierter Wirbelkörperbruch.

Je nach Behandlungsart oder Aufrichtungserfolg wird die Wirbelform erhalten, oder es erfolgt eine Defektheilung in Keilform (Bie- gungsbrüche). Anfängliche Verdichtungszone parallel der Endplat- ten werden später umgebaut. Die Entplatten haben glatte Begrenzun- gen. Der Zwischenwirbelraum ist normal weit, da eine Mitverletzung der Bandscheibe nicht erfolgte. Aus dem gleichen Grunde fehlen im Röntgenbild Knochenzacken oder Randwülste (Abb. 11 a-b).

Eine Störung der Funktion des Bewegungssegmentes kommt bei dieser Verletzungsart und bei fehlender Achsendeformierung nicht vor.

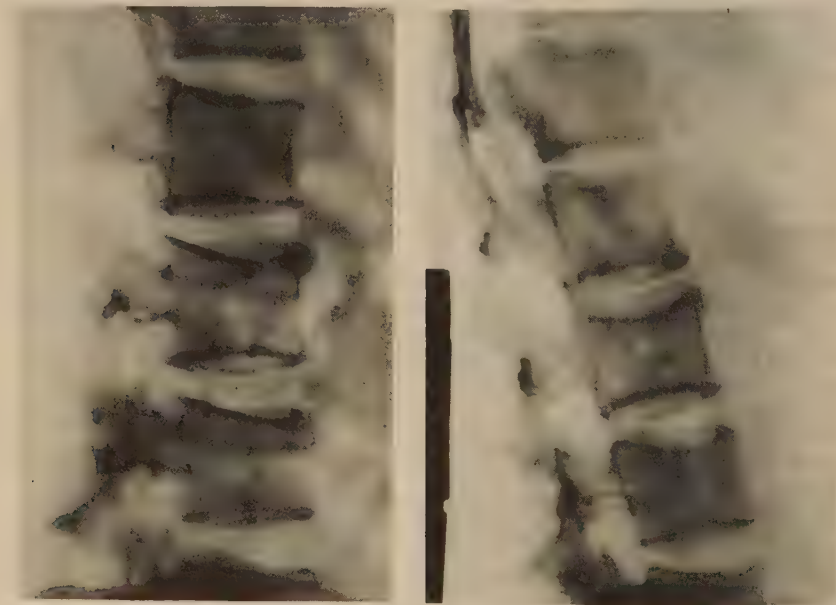


Abb. 11 a

Abb. 11 b

Abb. 11 a. L.S., geb. 22.8.44. Frischer Serienbruch der LWK 2, 3, 4 ohne Mitbeteiligung der Bandscheiben (bei einem Ver- kehrsunfall am 24.6.61).

Abb. 11 b. Der gleiche Fall nach 7 Jahren. Völlige Ausheilung unter geringer Verminderung der Vorderkante des 4. LWK. Kli- nisch keine Ausfälle.

b. Wirbelkörperbruch mit Bandscheibenverletzung.

Hier sind die Heilungsvorgänge komplizierter, nehmen längere Zeit in Anspruch und sind für die Wirbelsäulenfunktion nachteiliger, weil sie mit einer Beeinträchtigung des Bewegungssegmentes einhergehen. Röntgenologisch können Ausheilungsvorgänge an der Bandscheibe nicht sichtbar gemacht werden, wenn Kalkeinlagerungen oder Verknöcherungen fehlen. Dagegen sind eine Verschmälerung des Zwischenwirbelraumes oder erheblich deformierte Endplatten manifest.

Randzacken im Verletzungsgebiet (Spondylosis deformans traumatica) entwickeln sich, wenn der äußere Faserring der Bandscheibe geschädigt oder das vordere Längsband angehoben wird (Abb. 12 a).

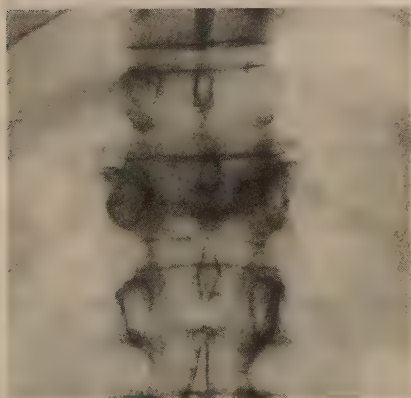


Abb. 12 a (oben)



Abb. 12 b (rechts)

Abb. 12 a. Spondylosis deformans traumatica bei einem Bruch des 12. BWK, 1 Jahr nach der Verletzung (H.W., 42 Jahre).

Abb. 12 b. Der gleiche Fall. Seitliche Aufnahme. Erhebliche Gibbusbildung, kompensatorische Streckhaltung der BWS.

Knochenzacken können zur Überbrückung zweier benachbarter WK führen (Abb. 13 a-b). Sie schränken die Funktion des betreffenden Bewegungssegmentes partiell oder völlig ein.

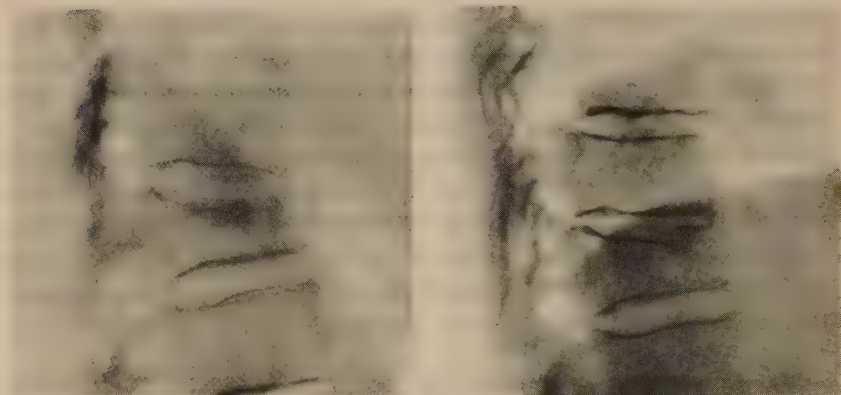


Abb. 13 a

Abb. 13 b

Abb. 13 a. Frische Fraktur des 12. BWK mit Bandscheibenverletzung nach Sturz aus 3 m Höhe (R.H., geb. 14.1.22, Verletzung am 5.10.60). Seitliches Röntgenbild.

Abb. 13 b. Der gleiche Fall nach 7 Jahren. Überbrückung zwischen 11. und 12. BWK.

Abb. 14 a - c zeigt in Funktionsaufnahmen einen Ausfall der Beweglichkeit im Segment D 11/12 beim Beugen und Überstrecken der WS.

Als Komplikation der Traumatisierung eines Bewegungssegmentes kann eine "Heilung" mit abnormer Motilität im Bewegungssegment auftreten (Insuffizienz intervertebralis, JUNGHANNS). In diesem Fall führt allein eine Funktionsaufnahme zur Diagnose. In unserem Material kam diese Unfallfolge nicht vor, vielleicht weil es sich nur aus Verletzungen der BWS und LWS zusammensetzt, wo sie eine Seltenheit ist (GIEBEL).

Eine Gibbusbildung ist dagegen häufiger zu beobachten. Ihre Ausprägung hängt von der Kompression des WK und der zugehörigen Bandscheibe ab. Meistens handelt es sich um stumpfwinklige Knickungen in der Sagittalebene.

Um die Statik der WS wiederherzustellen, entstehen kompensatorische Haltungsänderungen. Es kann eine Aufhebung der physiologischen Krümmungen der WS resultieren (Abb. 12b). Die Folgen einer ausge-



Abb. 14 a



Abb. 14 b

Abb. 14 a. H.W., geb. 20.5.20, 18 Monate nach Fraktur des 12. BWK mit Bandscheibenverletzung. Seitliche Aufnahme im Stehen.

Abb. 14 b. Derselbe Fall. Funktionsaufnahme in extremer Beugung.



Abb. 14 c. Derselbe Fall. Funktionsaufnahme in extremer Streckung. Der Winkel der Bandscheibe $D_{11}-D_{12}$ bleibt in allen drei Positionen unverändert (2°).

prägten Gibbusbildung können entfernt vom Verletzungsgebiet am Übergang LWS/Kreuzbein manifest werden. Trotz erheblicher individueller Unterschiede (JUNGHANNS), kann eine Veränderung des Lenden-Kreuzbein-Winkels auf eine Fehlstatik in dieser Region hinweisen und vorhandene Beschwerden erklären (M. LANGE, BROCHER).

Eine weitere Folge von posttraumatischen Achsenabweichungen sind Veränderungen an den Wirbelbogengelenken, die sich aus chronischer Fehlbelastung erklären (Arthrosis).

Eine stumpfwinklige Skoliose als Folge einer seitlichen Kompression des Wirbels ist seltener als ein Gibbus. Sie kann wegen ungleichmäßiger Gewichtsverteilung zu vorzeitigen Verschleißerscheinungen auf der stärker belasteten Seite führen. Für die Dokumentation solcher Haltungsänderungen sind Ganzaufnahmen der WS wertvoll.

V. Spätergebnisse bei 70 Nachuntersuchten.

Von 159 Verletzten der Jahre 1957-1966 untersuchten wir mit der Elkameter-Methode 70 Wirbelsäulenverletzte nach posttraumatischen Intervallen von wenigstens 1 1/2 bis 11 Jahren.

Ein Teil der ehemaligen Patienten war verzogen und konnte nur durch eine Fragebogenaktion erfaßt werden. Sie gewinnt aber in der vorliegenden Arbeit, sie sich ausschließlich mit objektiven Unfallfolgen befaßt, keine Bedeutung. Weitere Patienten hatten ein vorge-rücktes Lebensalter und einen Schwächegrad erreicht, so daß ihnen auch kleine Anfahrtswege nicht zugemutet werden konnten. Von der Untersuchung wurden schließlich auch Querschnittsgelähmte ausgeschlossen.

Bei 70 Patienten wurde neben der Anamnese und dem klinischen Befund, die Motilität der WS mit der Elkameter-Methode von HACKETHAL bestimmt und auf Meßbögen festgehalten (Abb. 15). Eine Röntgenuntersuchung in zwei Richtungen ergänzte den Status. Funktions- und Schrägaufnahmen wurden bei Bedarf ebenfalls angefertigt.

Eine Übersicht über das Patienten-Kollektiv zeigt die Tab. 5.

Tab. 5. Geschlecht und Alter der 70 Nachuntersuchten.

Alter	männlich	weiblich	Gesamt
11 - 20 J.	2	1	3
21 - 40 J.	20	6	26
41 - 60 J.	13	6	19
61 - 80 J.	17	5	22
Gesamt	52	18	70

Von den 70 Nachuntersuchten waren 44 mit der funktionellen Methode nach MAGNUS behandelt worden, und bei 26 war eine Aufrichtung nach BÖHLER vorausgegangen.

Name Helmut H.
 geb. 27.3.1939
 Diagnose Fraktur des 2. LWK

Haltung im Stehen

<u>Becken</u>		Norm
Vertikalabweichung der Beckeneingangsebene	60°	60°
Vorwärts-Rückwärts-Neigung	0°	0°
Rechts-Links-Neigung		
ohne Verkürzungsausgleich	0°	0°
mit Verkürzungsausgleich re. li. Bein		0°

Oberer Rumpf

Vertikalabweichung der Brustkorbeingangsebene..	65°	65°
Vorwärts-Rückwärts-Neigung	0°	0°
Rechts-Links-Neigung	0°	0°
Rechts-Links-Drehung	0°	0°

Beweglichkeit

	Gesamt	Beckenmit- bewegung	Rumpf-WS	Norm
Beugen	135°	60°	75°	80°
Strecken	45°	15°	30°	35°
Rechtsneigen ...	55°	5°	50°	50°
Linksneigen	55°	5°	50°	50°
Rechtsdrehen ...	70°	25°	45°	50°
Linksdrehen	70°	25°	45°	50°

Abb. 15. Beispiel eines Untersuchungsbogens mit den Meßergebnissen eines Verletzten.

Einen Überblick über Verletzungsarten und Lokalisationen gibt die Tab. 6. Trotz des relativ kleinen Zahlenmaterials sind der Übersichtlichkeit wegen Prozentangaben in Klammern hinzugefügt worden.

Tab. 6. Übersicht über Lokalisationen und Verletzungsarten der Wirbelfrakturen von 70 Nachuntersuchten.

	Funktionelle Behandlung	Wirbelaufrichtung
<u>Lokalisation</u>		
6. - 11. BWK	⁹ (20,5 %)	⁷ (26,9 %)
12. BWK, LWS	³⁵ (79,5 %)	¹⁹ (73,1 %)
<u>Verletzungsart</u>		
Isolierter Wirbelkörperbruch	¹⁸ (40,9 %)	⁶ (23,1 %)
Wirbelkörperbruch mit Bandscheibenverletzung	²³ (52,3 %)	¹⁹ (73,1 %)
Vollausgebildete Wirbelsäulenverletzung	³ (6,8 %)	¹ (3,8 %)

Aus der Tabelle geht der hohe Anteil von Verletzungen der Bewegungssegmente in unserem Material hervor.

Die traumatische Entstehung der Fraktur war bei allen Nachuntersuchten hinsichtlich der Gewalteinwirkung und des Unfallmechanismus eindeutig zu klären. Lediglich 4 über 70 Jahre alte Patienten hatten bei gesichertem Trauma eine unfallunabhängige, röntgenologisch feststellbare mäßige Osteoporose.

1. Subjektive Beschwerden.

Anlässlich der Nachuntersuchungen und Fragebogenerhebungen ermittelte subjektive Beschwerden sind in vier Gruppen eingeteilt worden. Als leicht wurden Schmerzen im ehemaligen Bruchbereich angesehen, die bei Witterungswechsel und längeren Anstrengungen gelegentlich auftreten. Unter mäßigen Beschwerden verstanden wir Rücken- oder Kreuzschmerzen, die regelmäßig bei täglichen Beanspruchungen empfunden werden, als stark wurden schließlich Schmerzen und Muskelspannungen klassifiziert, die ununterbrochen bestehen und eine Behinderung in der täglichen Beschäftigung der Verletzten darstellen. Die vierte Patienten-Gruppe war beschwerdefrei (Tab. 7).

Tab. 7. Subjektive Beschwerden von 70 nachuntersuchten Verletzten.

Altersklassen	15-20 J.	21-40 J.	41-60 J.	61-80 J.	Gesamt
Patientenzahl	3	26	19	22	70
keine Beschwerden	2	14	4	4	24
leichte "	1	8	8	8	25
mäßige "	-	4	7	6	17
starke "	-	-	-	4	4

Mit vorgerücktem Alter nehmen die subjektiven Beschwerden offensichtlich zu. Ein Zusammenhang mit röntgenologisch erfaßbaren, unfallunabhängigen Veränderungen läßt sich jedoch nicht herstellen.

Die Lokalisation der verheilten Wirbelfraktur spielt im Hinblick auf die subjektiven Beschwerden ebenfalls keine Rolle (Tab. 8).

Tab. 8. Beschwerden und ihre Abhängigkeit zur Fraktur-Lokalisation.

Altersklassen	15-20 J.		21-40 J.		41-60 J.		61-80 J.		gesamt	
Lokalisation	6-1112BWK BWK +LWS		6-1112BWK BWK +LWS		6-1112BWK BWK +LWS		6-1112BWK BWK +LWS		6-1112BWK BWK +LWS	
Patientenzahl	-	3	8	18	3	16	6	16	17	53
keine Beschwerden	-	2	4	10	-	4	1	3	5	19
leichte "	-	1	3	5	3	5	3	5	9	16
mäßige "	-	-	1	3	-	7	1	5	2	15
starke "	-	-	-	-	-	-	1	3	1	3

Auch die Verletzungsart übt keinen entscheidenden Einfluß auf die unfallbedingten Beschwerden aus (Tab. 9).

Tab. 9. Subjektive Beschwerden und Verletzungsart.

I. Isolierte Wirbelkörperbrüche.

II. Wirbelkörperbrüche mit Bandscheibenmitverletzungen und vollausgebildete Wirbelsäulenverletzungen.

Altersklassen	15-20 J.		21-40 J.		41-60 J.		61-80 J.		Gesamt	
Verletzungsart	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
Patientenzahl	2	1	10	16	4	15	8	14	24	46
Keine Beschwerden	1	1	7	7	-	4	1	3	9	15
leichte "	1	-	3	5	4	4	3	5	11	14
mäßige "	-	-	-	4	-	7	3	3	3	14
starke "	-	-	-	-	-	-	1	3	1	3

Ein möglicher Einfluß der Behandlungsmethode auf das spätere subjektive Befinden der Patienten wird in der folgenden Zusammenstellung untersucht (Tab. 10).

Tab. 10. Subjektive Beschwerden nach unterschiedlicher Behandlung.

F.: Funktionelle Behandlung

A.: Aufrichtung im ventralen Durchhang und Gipsmieder

Altersklassen 15-20 J. 21-40 J. 41-60 J. 61-80 J. Gesamt

Behandlungsart	F. A.		F. A.		F. A.		F. A.		F. A.	
Patientenzahl	3	-	16	10	8	11	17	5	44	26
keine Beschwerden	2	-	9	5	1	3	1	3	13	11
leichte "	1	-	5	3	5	3	6	2	17	8
mäßige "	-	-	2	2	2	5	6	-	10	7
starke "	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-

Die Ergebnisse hinsichtlich der subjektiven Beschwerden sind nach vorausgegangener Wirbelaufrichtung deutlich besser.

Schließlich wurde ein Vergleich zwischen jenen Patienten, die durch den Unfall Achsenabknickungen der WS erlitten hatten, und jenen, bei denen es nach Behandlungsabschluß zu keiner Deformierung kam, angestellt (Tab. 11).

Tab. 11. Subjektive Beschwerden in Abhängigkeit von traumatischen Knickbildungen der Wirbelsäule.

Altersklassen 15-20 J. 21-40 J. 41-60 J. 61-80 J. Gesamt

Knickbildung	mit ohne		mit ohne		mit ohne		mit ohne		mit ohne	
Patientenzahl	-	3	6	20	9	10	16	6	31	39
keine Beschwerden	-	2	2	12	1	3	1	3	4	20
leichte "	-	1	-	8	3	5	6	2	9	16
mäßige "	-	-	4	-	5	2	6	-	15	2
starke "	-	-	-	-	-	-	3	1	3	1

Beachtliches Ergebnis dieser Untersuchung ist die Tatsache, daß von 31 Verletzten mit posttraumatischen Knickbildungen der WS 27 Beschwerden äußerten und von 39 ohne Gibbusbildung nur 19.

2. Ergebnisse der Beweglichkeitmessung der Wirbelsäule.

Die Elkameter-Werte der Rumpfwirbelsäulen-Beweglichkeit von den nachuntersuchten Verletzten sind im Anhang enthalten (Tab. 25).

In den folgenden Aufstellungen sind Mittelwerte der Messungsergebnisse wiedergegeben. Sie wurden stets in vergleichbaren Altersgruppen ermittelt. Ein arithmetischer Mittelwert für alle untersuchten Patienten wurde nicht errechnet, weil das Bewegungsausmaß der WS mit zunehmendem Alter erheblich differiert und sich keine Normen aufstellen lassen.

Tab. 12. Mittelwerte der Rumpfwirbelsäulen-Beweglichkeit von 70 nachuntersuchten Patienten mit ausgeheilten Wirbelfrakturen in verschiedenen Altersklassen.

Altersklassen	15-20 J.	21-40 J.	41-60 J.	61-80 J.	Normalwerte n.HACKETHAL
Patientenzahl	3	26	19	22	(20-40 J.)
Beugen	72°	75°	67°	49°	80°
Strecken	43°	35°	28°	9°	35°
re. Neigen	47°	49°	41°	27°	50°
li. Neigen	48°	50°	41°	28°	50°
re. Drehen	50°	48°	41°	27°	50°
li. Drehen	47°	49°	40°	30°	50°

Unsere Werte weichen nur unbedeutend von den von HACKETHAL für die gleiche Altersklasse angegebenen ab. Bei den älteren Verletzten nimmt das Bewegungsausmaß physiologischerweise ab (GÜNTZ, CHAPCHAL, BAKKE), und die Abgrenzung von Traumafolgen kann schwierig werden.

a. Beweglichkeit der Brust- und Lendenwirbelsäule und Lokalisation der Verletzung.

Hier sind gesonderte Mittelwerte des Bewegungsvermögens der Rumpfwirbelsäule nach Verletzungen des 6.-11. BWK und Verletzungen des 12. BWK und der LWS ermittelt worden.

Der 12. BWK wurde bei diesem Verfahren zu den Lendenwirbeln gezählt, weil sein Bewegungsausmaß demjenigen der LWK ähnelt.

Tab. 13. Verletzungslokalisation und posttraumatische Beweglichkeit der Rumpfwirbelsäule.

Altersklassen	15-20 J.		21-40 J.		41-60 J.		61-80 J.	
Lokalisation	6-11 BWK	12BWK +LWS	6-11 BWK	12BWK +LWS	6-11 BWK	12BWK +LWS	6-11 BWK	12BWK +LWS
Patientenzahl	-	3	8	18	3	16	6	16
Beugen	-	72°	79°	74°	75°	65°	50°	49°
Strecken	-	43°	37°	34°	25°	29°	23°	17°
re. Neigen	-	47°	52°	48°	43°	41°	26°	28°
li. Neigen	-	48°	51°	50°	45°	41°	26°	29°
re. Drehen	-	50°	51°	47°	45°	41°	28°	27°
li. Drehen	-	47°	51°	48°	45°	39°	34°	29°

Aus der Tab. 13 ist zu ersehen, daß die Beweglichkeit der Rumpfwirbelsäule nach ausgeheilten Verletzungen im BWS-Bereich regelmäßig etwas größer ist.

b. Beweglichkeit der Brust- und Lendenwirbelsäule und Verletzungsart.

Von besonderem Interesse ist die Überprüfung der Beweglichkeit der BWS-LWS im Hinblick auf die Verletzungsart. Es geht mit anderen Worten um die Entscheidung der Frage, ob ein WKB weniger ausgeprägte Bewegungsstörungen hinterläßt, als ein WKB+BSV (Mitverletzung des Bewegungssegmentes).

Die Tab. 14 zeigt eine Aufstellung der Meßergebnisse nach vergleichbaren Verletzungsarten.

Tab. 14. Verletzungsarten und posttraumatische Beweglichkeit.

I. Isolierte Wirbelkörperbrüche

II. Wirbelkörperbrüche mit Bandscheibenverletzungen und
vollausgebildete Wirbelsäulenverletzungen

Altersklassen	15-20 J.		21-40 J.		41-60 J.		61-80 J.	
Verletzungsart	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
Patientenzahl	1	2	10	16	4	15	8	14
Beugen	75°	65°	78°	74°	62°	68°	40°	54°
Strecken	40°	50°	36°	35°	27°	28°	17°	20°
re. Neigen	45°	50°	51°	48°	44°	41°	24°	29°
li. Neigen	48°	50°	49°	50°	44°	41°	23°	31°
re. Drehen	55°	40°	47°	49°	42°	41°	23°	29°
li. Drehen	55°	30°	48°	49°	42°	39°	26°	33°

Abgeheilte WKB und WKB+BSV führen hinsichtlich der Wirbelsäulenbeweglichkeit zu keinen wesentlichen Unterschieden. Hieraus ist zu ersehen, daß die Verletzung eines Bewegungssegmentes und sein späterer funktioneller Ausfall von der übrigen WS kompensiert werden.

c. Beweglichkeit der Brust- und Lendenwirbelsäule nach verschiedenartiger Behandlung.

Zur Klärung der Frage, ob sich Unterschiede in der posttraumatischen Beweglichkeit nach vergleichbaren Verletzungen aber unterschiedlichen Behandlungsmethoden ergeben, wurden die Meßergebnisse in der Tab. 15 unter Berücksichtigung der Behandlungsart in der Chirurgischen Universitätsklinik Gießen wiedergegeben.

Tab. 15. Behandlungsarten und posttraumatische Beweglichkeit.

F.: Funktionelle Behandlung

A.: Aufrichtung im ventralen Durchhang und Gipsmieder

Altersklassen	15-20 J.		21-40 J.		41-60 J.		61-80 J.	
Behandlungsart	F.	A.	F.	A.	F.	A.	F.	A.
Patientenzahl	3	-	16	10	8	11	17	5
Beugen	72°	-	75°	75°	57°	74°	46°	59°
Strecken	43°	-	35°	35°	26°	29°	18°	21°
re. Neigen	47°	-	49°	49°	43°	40°	25°	33°
li. Neigen	48°	-	49°	51°	41°	42°	26°	33°
re. Drehen	50°	-	46°	51°	41°	42°	25°	34°
li. Drehen	47°	-	47°	51°	39°	41°	28°	37°

Ein Unterschied in der Rumpfwirbelsäulen-Beweglichkeit zwischen den verschieden behandelten Verletzten der Altersgruppe 21-40 Jahre ist nicht nachzuweisen. Dagegen sind die Unterschiede bei alten Menschen zugunsten der Aufrichtungsmethode evident.

d. Beweglichkeit der Brust- und Lendenwirbelsäule mit und ohne Achsendeformierung.

Von besonderem Interesse war die Überprüfung der Beweglichkeit der Rumpfwirbelsäule bei Verletzten mit resultierenden Achsendeformierungen und der Vergleich dieses Kollektivs mit jenen Verletzungen, die ohne Knickbildungen der WS ausheilten.

Im Gegensatz zu den vorangehenden Vergleichsuntersuchungen fanden sich hierbei markante Unterschiede im Sinne einer Einengung der Beweglichkeit bei Achsenabweichung (Tab. 16).

Tab. 16. Posttraumatische Beweglichkeit der Rumpfwirbelsäule in Abhängigkeit von ihrer Achsendeformierung.

Altersklassen	15-20 J.		21-40 J.		41-60 J.		61-80 J.	
Achsenknickung	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne
Patientenzahl	-	3	6	20	9	10	16	6
Beugen	-	72°	65°	78°	63°	70°	45°	60°
Strecken	-	43°	23°	39°	25°	30°	17°	22°
re. Neigen	-	47°	40°	52°	40°	42°	25°	32°
li. Neigen	-	48°	42°	52°	43°	42°	27°	30°
re. Drehen	-	50°	37°	52°	39°	43°	24°	36°
li. Drehen	-	47°	39°	52°	37°	43°	27°	37°

3. Röntgenologische Ergebnisse

a. Funktionelle Behandlung

Anlässlich der Nachuntersuchung von 44 funktionell behandelten Verletzten ergaben sich im Vergleich zu den Anfangsbildern folgende Befunde:

Tab. 17. Röntgenologische Ergebnisse von Frakturen der BWS und LWS bei 44 funktionell behandelten Verletzten.

	Anfangsbefunde			Spätergebnisse		
Altersklassen	b. 40J.	41-60J.	61-80J.	b. 40J.	41-60J.	61-80J.
Patientenzahl	19	8	17	19	8	17
leicht	12	4	4	unverändert		
Wirbel- kompres- sion mäßig	5	3	6	unverändert		
stark	2	1	7	unverändert		
Achsendeformierung der WS	3	4	12	3	5	14

Wie aus der Tab. 17 zu ersehen ist, blieben Deformierungen der WK und auch Achsenabweichungen in allen Fällen unverändert. Bei 3 Patienten kam es im Verlauf der Behandlung zu Achsendeformierungen.

b. Aufrichtung im ventralen Durchhang und Gipskorsett.

Bei 26 nachuntersuchten Verletzten der Patientengruppe mit Aufrichtungsbehandlung fanden sich röntgenologisch folgende Befunde (Tab. 18).

Tab. 18. Ausmaß der Verletzungsfolgen und Spätresultate bei 26 mit Aufrichtung behandelten Verletzten (Röntgenbefunde).

Altersklassen		21-40 J.	41-60 J.	61-80 J.
Patientenzahl		10	11	5
<u>Wirbelkompression</u> bei der Aufnahme	leicht	2	-	-
	mäßig	2	4	3
	stark	6	7	2
<u>Aufrichtungser- folg</u> (Spätergebnis)	gelungene Aufrich- tung	5	7	4
	Teilaufrichtung ..	4	2	-
	grobe Deformierung	1	2	1

Bei den meisten Verletzten (92,3 %) war eine bedeutende Kompression des verletzten Wirbels nachzuweisen (Tab. 18).

Die Aufrichtung gelang in 4 Fällen nicht (15,4 %). Eine spätere Zusammensinterung bei ursprünglich voll aufgerichteten WK wurde einmal beobachtet.

Der Aufrichtungserfolg wird aber über die Aufrichtung des WK hinaus an der Beseitigung von Achsendeformierungen gemessen. Die folgende Tab. 19 beschäftigt sich mit den Resultaten.

Tab. 19. Spätresultate im Hinblick auf Achsenabweichungen der WS nach der Aufrichtungsbehandlung von 26 Verletzten mit Frakturen der BWS und LWS.

Altersklassen	Aufnahmebefunde			Spätergebnisse			
	21-40J.	41-60J.	61-80J.	21-40J.	41-60J.	61-80J.	Gesamt
Patientenzahl	10	11	5	10	11	5	26
<u>kein Gibbus</u>	-	1	-	7	7	3	17
<u>Aufhebung d. LWS-Lordose</u>	-	1	1	1	-	1	2
<u>Gibbus ü. 5°</u>	10	9	4	2	4	1	7

16mal konnte ein Gibbus vollständig ausgeglichen werden. 2mal kam es zur Aufhebung der physiologischen Lordose der LWS.

7mal konstatierten wir einen Gibbus über 5° als Spätergebnis (Tab. 19). Bei zwei von diesen Patienten konnte schon bei der Aufrichtung der Gibbus nicht voll ausgeglichen werden (39-jähriger, Fraktur 1. LWK und 68-jähriger, Fraktur 6. BWK).

2mal gelangen Teilbeseitigungen des Gibbus, die sich erhalten ließen (30-jähriger, Fraktur 8. BWK; 49-jähriger, Fraktur 7. BWK, vorher Gibbus von 20°, zuletzt von 6°).

3mal entstand der Gibbus infolge zu frühzeitiger Entfernung des Gipsmieders erneut. Es handelt sich um Verletzungen des 1. und 2. LWK mit Ruhigstellungen im Gipskorsett von 5, 8 und 11 Wochen.

Bemerkenswert sind die Spätergebnisse der Aufrichtungsmethode bei Frakturen der BWS oberhalb des 12. BWK (7 Fälle, Tab. 20).

Eine vollständige Aufrichtung des komprimierten WK ist nur einmal gelungen, dagegen konnte der Gibbus in der Mehrzahl der Fälle beseitigt oder verringert werden.

Tab. 20. Ergebnisse der Aufrichtung bei Frakturen der BWS.

		Frakturen des 6.-11.BWK
<u>Wirbelaufrichtung</u>		
gelungene Aufrichtung	1	
Teilaufrichtung	4	
grobe Deformierung	2	
<u>Gibbus</u>		
ausgeglichen	4	
teilweise ausgeglichen	2	
unverändert	1	

Hinsichtlich der verletzten Bewegungssegmente und der unterschiedlichen Behandlung lassen sich wegen der relativ geringen Zahl der Fälle keine signifikanten Aussagen machen.

Die Übersicht über die Behandlungsergebnisse der beiden Behandlungsarten zeigt die Tab. 21.

Tab. 21. Posttraumatische Veränderungen am Bewegungssegment.
Bsch.: Bandscheibe

Altersklassen	Nach funkt. Behandlung			Nach Aufrichtung		
	b. 40J.	41-60J.	61-80J.	b.40J.	41-60J.	61-80J.
Patientenzahl	19	8	17	10	11	5
<u>Geringe Verschmäl-</u> <u>erung der Bsch.</u>	3	2	6	2	2	1
<u>Starke Verschmäl-</u> <u>erung der Bsch. und</u> <u>Blockwirbelbildung</u>	1	2	4	2	7	2

In der Gruppe der funktionell behandelten Patienten hatten 5 der Altersklasse 61-80 Jahre eine Spondylosis deformans oder Osteoporose, während in der gleichen Altersklasse der mit Aufrichtung Behandelten 3 ähnliche Veränderungen aufwiesen. Diese vor dem Unfall bestehenden Alterserscheinungen wurden von dem Unfallgeschehen nicht nennenswert beeinflusst.

VI. Diskussion.

1. Die Elkameter-Methode von HACKETHAL hat sich uns bei der Nachuntersuchung als brauchbares und unkompliziertes Verfahren erwiesen. Sie geht bei der Erfassung von Bewegungsabläufen in der WS über die Möglichkeiten aller anderen Methoden hinaus, weil es durch sie gelingt, auch Bewegungsmessungen in der Horizontalebene mit Hilfe der Kompaßnadel zu erfassen. Die Sagittal- und Frontalbeweglichkeit wird durch das Lot am Elkameter festgelegt.

Über diese umfassende Untersuchungsmöglichkeit hinaus bietet sich bei dem Elkameter der Vorteil, z.B. gegenüber dem Hydrogoniometer, daß sein basaler Fixationspunkt auf der Haut des Probanden kleinflächig ist.

Was nun den Vergleich der Elkameter-Messung mit den Meßergebnissen aus gehaltenen Wirbelsäulen-Aufnahmen angeht, so wurden in eigens angestellten Untersuchungsreihen gute Übereinstimmungen zwischen den Resultaten der beiden Methodiken erzielt.

Ogleich die Elkameter-Methode nicht direkt am Knochen angreift und sich durch die darüberliegenden Weichteile, wie beim Hydrogoniometer oder dem Verfahren nach SCHÖBER, gewisse, bei der HACKETHAL'schen Methode allerdings nicht ins Gewicht fallende Abweichungen ergeben, bin ich der Auffassung, daß sie trotzdem zuverlässiger als die Röntgenausmessung der einzelnen Winkel an den Bewegungssegmenten in verschiedenen Stellungen der WS sein kann. Das liegt einfach daran, daß kleine Abweichungen der Winkelmessung bei der Addition sämtlicher Winkel sich vom tatsächlichen Wert subtrahieren, zum tatsächlichen Wert addieren oder schließlich sich auch zufälligerweise aufheben können.

Die Abweichungen zwischen der Elkameter-Methode und der Röntgenausmessung sind überdies sehr gering und haben in unserem Material bis 8° (10 %) betragen.

Abweichungen gegenüber der Hydrogoniometer-Methode bestehen nicht. Daß die Hydrogoniometer-Methode für die Beurteilung der Drehbeweglichkeit der WS keine Möglichkeit bietet, wurde früher schon erwähnt.

Allen unseren Messungen liegen Meßergebnisse für normale Menschen, insbesondere von HACKETHAL, zugrunde. Eigene Versuchsreihen mit ge-

sunden Versuchspersonen wurden zum Vergleich durchgeführt und sind mit den Werten anderer Autoren in der folgenden Tab. 22 angegeben.

	Sagittalebene	Frontalebene	Drehbewegung
<u>HACKETHAL</u>	gesamt: 115°	gesamt: 100°	gesamt: 100°
(20-40jährige)	dorsal: 35°	rechts: 50°	rechts: 50°
	ventral: 80°	links: 50°	links: 50°
<u>BAKKE</u>			
(Röntgenstudien)	gesamt: 138,5°	gesamt: 109,8°	-
<u>HUSSER</u>			
(Röntgenstudien)	gesamt: 112,5°	gesamt: 73°	-
(6.BWK-4.LWK)			
<u>Eigene</u>	gesamt: 127°	gesamt: 109°	gesamt: 110°
(21-40jährige)	dorsal: 42°	rechts: 55°	rechts: 55°
(Gesunde)	ventral: 85°	links: 54°	links: 55°
<u>Eigene</u>	gesamt: 110°	gesamt: 99°	gesamt: 97°
(21-40jährige)	dorsal: 35°	rechts: 49°	rechts: 48°
(WS-Verletzte)	ventral: 75°	links: 50°	links: 49°

Tab. 22 Vergleich der Wirbelsäulen-Beweglichkeitswerte.

Unsere Ergebnisse weichen von denen anderer Autoren, insbesondere von den von HACKETHAL angegebenen, nicht wesentlich ab. Die Neigung der Beckeneingangsebene beträgt nach unseren Untersuchungen im arithmetischen Mittel bei gesunden Personen 60,6°, die der Brustkorbeingangsebene 65,9°. Auch hierin besteht eine Übereinstimmung mit den von HACKETHAL gefundenen Werten.

2. Aufgrund der geschilderten Austestungsergebnisse zwischen den verschiedenen Untersuchungsverfahren, wurde das klinische Material der Chirurgischen Universitätsklinik Gießen ausschließlich mit der Elkameter-Methode überprüft. Die einzelnen Ergebnisse sind den jeweiligen Kapiteln und Tabellen zu entnehmen.

Zusammenfassend läßt sich aber sagen:

a. Die Meinung anderer Autoren (LOB, JUNGHANS u.a.), daß die isolierten Wirbelkörperbrüche zu den besten, die Wirbelbrüche mit

Bandscheibenmitverletzung zu schlechteren und die vollausgebildeten Wirbelsäulenverletzungen zu den schlechtesten Heilungsergebnissen führen, konnte in unserem Material bestätigt werden.

b. Darüberhinaus wurde den Defektheilungen der Wirbelsäulen-Verletzungen mit Gibbusbildung besondere Aufmerksamkeit geschenkt, und es zeigte sich, was nicht allgemein bekannt ist, daß die durch die Keilform eines oder mehrerer WK bedingte Gibbusbildung sich besonders einschneidend auf die Beweglichkeit der WS auswirkt.

Mit anderen Worten ist beispielsweise bei Begutachtung von uniformer Beurteilung der Wirbelsäulenbrüche Abstand zu nehmen, und es sind jene gravierender zu beurteilen, bei denen es zu einer Defektheilung mit Gibbusbildung kam.

Als Ursache für ausgedehnte Bewegungseinschränkungen nach Gibbusbildung kommt sicherlich nicht die Schädigung eines Bewegungssegmentes infrage, die als isolierte Störung keine nennenswerte Folge hinterlassen muß, wie unsere Messungen ergaben, sondern die aus ihrer normalen Mittelstellung durch die Gibbusbildung in Endstellung hineingedrängten Wirbelbogengelenke, die damit ihre physiologische Mittelstellung aufgeben zugunsten der gestreckten Haltung der WS und ständig überlastet werden.

Eine weitere Folge der Gibbusbildung, aus der Bewegungseinschränkungen resultieren, ist die ständig unphysiologische Beanspruchung der Muskulatur, deren harmonische Funktion bei den Bewegungen mehr oder weniger verloren geht.

c. Bei einem großen Teil unserer Nachuntersuchungsfälle gingen die subjektiven Beschwerden mit objektiv gemessenen Einschränkungen der Wirbelsäulen-Beweglichkeit parallel. Besonders ausgeprägt konnte diese Übereinstimmung wiederum bei Patienten mit Gibbusbildung nachgewiesen werden.

Der Schluß von der Stärke der Schmerzen, die eine subjektive Empfindung ist, ist trotzdem nicht erlaubt, weil, und das ist auch ein Ergebnis dieser Untersuchungsreihe, die gemessene Beweglichkeit der WS bei gleich stark angegebenen Beschwerden verschiedener Personen durchaus unterschiedlich ist.

d. Soweit im biologischen Material statistische Untersuchungen echte Vergleichsmöglichkeiten bieten und somit erlaubt sind - sie sind es eigentlich nur in sehr großen Reihen -, muß man sich be-

mühen, übereinstimmende Fälle mit ihren Resultaten einer statistischen Stichprobe zu unterwerfen. In dieser Arbeit wurde nun versucht, Wirbelbrüche bei einem Lebensalter zwischen 21-40 Jahren, die mit und ohne dem Merkmal der Gibbusbildung ausheilten, hinsichtlich ihrer Bewegungsergebnisse gegenüberzustellen.

Eine statistische Signifikanz der wesentlich besseren Wirbelsäulen-Beweglichkeit der ohne Gibbusbildung abgeheilten Wirbelbrüche war mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von unter 5 % nachzuweisen (x-Test nach VAN DER WAERDEN-NIEVERGELT).

e. Es erwies sich auch, daß sich gerade bei Menschen des vorgerückten Alters (über 60 Jahre) Unfallfolgen an WK hinsichtlich der resultierenden Restbeweglichkeit besonders nachteilig bemerkbar machen. Das liegt an der geringeren Flexibilität der WS des älteren Menschen, die früher als bei Jüngeren zu Insuffizienzerscheinungen führt. Auch bei älteren Menschen machte sich die Defektheilung mit Gibbusbildung hinsichtlich der Beweglichkeit bemerkbar.

f. Die Behandlung der WS-Verletzungen sollte in erster Linie davon ausgehen, Gibbusbildungen aus den bereits angeführten Gründen zu vermeiden. Ob das nun durch ein Aufrichtungsverfahren durch ventralen Durchhang und Gipsmieder und nahezu sofortiger Belastungsmöglichkeit erfolgt, oder durch die sogenannte funktionelle Methode nach MAGNUS mit 3-wöchiger Ruhigstellung auf harter Unterlage und abschließenden Massagen in Bauchlage bewerkstelligt wird, macht keinen großen Unterschied. Allerdings hat die Aufrichtungsbehandlung alle Chancen, die ungünstige Gibbusbildung zu vermeiden und das Repositionsergebnis zu erhalten, was man von der funktionellen Behandlung nicht sagen kann. Keiner, der von uns funktionell behandelten Verletzten mit posttraumatischem Gibbus, glich diesen Knick unter der Behandlung aus. Im Gegenteil, es entstand 3mal ein Gibbus der vorher nicht nachweisbar war. Ähnliches erlebten wir bei ausreichenden Fixierungszeiten nach gelungener Aufrichtung nicht.

Hierin ändern auch 7 Fälle mit Gibbusbildung nach dem Aufrichtungsverfahren nichts, weil sich 2mal wegen knöcherner Einkeilung die WI nicht aufrichten ließen, 3mal eine zu kurze Fixationsdauer im Gipsmieder vorlag, und 2mal ein viel kleinerer Restgibbus im Vergleich mit dem vor der Aufrichtung feststellbaren - bei Frakturen des 7. bzw. des 8. BWK - bestand.

Zur Indikation ist zu sagen, daß man bei älteren Menschen, wenn durch Emphysem eine eingeengte Lungenfunktion, die eine ausgiebige Bauchatmung erfordert, besteht, der funktionellen Methode der Vorzug, bei allen anderen aber der Aufrichtungsbehandlung der Vorzug gegeben werden sollte.

Allerdings haben wir von den funktionell behandelten Verletzten 4 Patienten an Lungenkomplikationen verloren, 3mal wegen einer massiven Lungenembolie und 1mal wegen einer Pneumonie.

g. Im Gegensatz zu den Beobachtungen anderer Autoren (BÜCKLE DE LA CAMP, LOB, WELLER, HOFFMANN-SANDER) haben wir eine sekundäre Zusammensinterung ursprünglich aufgerichteter WK bei genügenden Fixationszeiten im Gipsmieder nicht gesehen. Das mag sich aus dem relativ kleinen Krankengut, das in der Chirurgischen Klinik Gießen für diese Nachuntersuchungsserie herangezogen werden konnte, erklären.

Auf alle Fälle aber sollte eine genügend lange Fixation durchgeführt werden. Nur sie kann die Gewähr geben, daß sich die Zahl der sogenannten sekundären Zusammensinterungen in Grenzen hält.

h. Als Unfallfolgen müssen degenerative Veränderungen der WS im Sinne einer lokal begrenzten Spondylosis deformans, die als Spondylosis deformans traumatica bezeichnet wird, erwähnt werden. Sie treten bei jenen Wirbelsäulen-Verletzungen auf, die mit einer Bandscheibenverletzung eirhergehen, und sie sind, wie die folgende Tabelle ausweist, in unserem Patientenkreis bei älteren Verletzten gehäuft vorgekommen.

Tab. 23. Entwicklung einer Spondylosis deformans traumatica bei Wirbelfrakturen mit Bandscheibenverletzung in Zusammenhang mit dem Alter.

Alter	WS-Brüche mit Bandscheibenverletzung	hiervon Spond.def.traumatica	%
21-40J.	16	4	25,0 %
41-60J.	15	12	80,0 %
61-80J.	14	10	71,4 %
Gesamt	45	26	57,8 %

Wie früher dargelegt wird der Bewegungsablauf auch bei älteren Menschen - sofern keine Gibbusbildung vorliegt - nur wenig beeinflusst, wenn die posttraumatisch entstehenden degenerativen Veränderungen sich auf ein Bewegungssegment beschränken. Bei Bewegungsbehinderung mehrerer Segmente machen sich deutliche Ausfälle bemerkbar.

1. Durch eine Verkleinerung des Lumbosacralwinkels (nach JUNGHANNS: der Winkel, den die Achsen des 5. LWK und des 1. Sacralwirbels bilden, 143° , nach RETTIG-KOLLMANN: der Winkel, den die Senkrechten in der Mitte der Endplatten des 5. LWK und des 1. Sacralwirbels miteinander bilden, 175°) könnten Kreuzschmerzen in der Nachbehandlungsphase erklärt werden (BROCHER, LANGE, JUNGHANNS). Bei unseren Patienten mit Gibbusbildung und charakteristischen Kreuzschmerzen wurde aber eine Verkleinerung dieses Winkels nicht immer nachgewiesen.

3. Kontrolluntersuchungen mit der Elkameter-Methode.

Die Messung der WS-Beweglichkeit mit dem Elkameter ist wegen ihrer Einfachheit und Zuverlässigkeit zu empfehlen. Ihre Beweiskraft ist eingeengt bei Schädigungen eines einzelnen Bewegungssegmentes, weil diese keine nennenswerte Einschränkung der Beweglichkeit der Rumpfwirbelsäule hinterlassen müssen.

Wenn auch individuelle Unterschiede der Wirbelsäulen-Beweglichkeit einen exakten Vergleich verschiedener Personen erschweren, so ist die Elkameter-Methode für die Kontrolle der Zunahme der Beweglichkeit beim gleichen Verletzten in ihrer Aussagekraft, unter der Voraussetzung kooperativen Verhaltens, eindeutig.

Luise S. (4622/67) 45 Jahre. 28.11.67: Aus kleiner Höhe auf den Rücken gefallen. Fraktur 1. LWK, Höhenverminderung um $1/3$, Deckplatteneinbruch. Stationäre Aufnahme. 5.12.67: Aufrichtung, Gipsmieder. 6.12.67: Belastung mit Gips. 22.2.68: Entfernung des Gipsmieders. Röntgenologisch: Leichte Höhenverminderung des 1. LWK, keine Gibbusbildung.

Die Messung der Wirbelsäulen-Beweglichkeit mit dem Elkameter ergab im Verlauf der ambulanten Behandlung folgende Ergebnisse:

	<u>22.2.1968</u>	<u>15.3.1968</u>	<u>23.3.1968</u>	<u>16.4.1968</u>
Beugen	45°	50°	60°	70°
Strecken	10°	25°	30°	30°
re. Neigen	30°	35°	40°	40°
li. Neigen	25°	35°	40°	40°
re. Drehen	30°	40°	40°	45°
li. Drehen	30°	40°	40°	45°

Statt der subjektiven Schätzung der Wirbelsäulen-Beweglichkeit oder der Messung des nichtssagenden Fingerpitzen-Boden-Abstandes werden metrische Größen ermittelt, die alle Bewegungsrichtungen umfassen und fortlaufend verglichen werden können.

VII. Zusammenfassung.

Nach Überprüfung des Elkameter-Verfahrens selbst und Vergleichsuntersuchungen mit anderen Methodiken zeigten sich die Vorteile der Elkameter-Methode nach HACKETHAL.

Sie bestehen, ein cooperatives Verhalten des Verletzten vorausgesetzt, in der summarischen Erfassung sämtlicher Bewegungsmöglichkeiten der WS. Gerade die Vergleichsuntersuchungen haben ergeben, daß mit der Ausmessung von Winkeln zwischen den Bewegungssegmenten in extremen Bewegungsstellungen der WS auf dem Röntgenbild eine größere Genauigkeit als mit der Elkameter-Methode nicht zu erzielen ist. Außerdem kann das Verfahren nach HACKETHAL ganz im Gegensatz zu Wirbelsäulen-Ganzaufnahmen jedem Patienten unbedenklich jederzeit und wiederholt zugemutet werden.

Die bisher üblichen metrischen Größen, z.B. die Messung des Fingerspitzen-Boden-Abstandes und die Einschätzung der seitlichen Neigung in Dritteln, die offensichtlich aus einem Gefühl der Resignation entstanden sind, sollten zugunsten dieser präzisen Meßmethodik endgültig aufgegeben werden. Darüberhinaus bietet das Verfahren gerade bei wiederholten einzelnen Messungen gelegentlich tiefere Einblicke in das mehr oder weniger cooperative Verhalten des Untersuchten.

In seiner Aussagekraft ist das HACKETHAL'sche Verfahren eingeschränkt bei Vorschädigungen der WS, z.B. bei Kyphosen, Skoliosen, Rundrückenbildung, Spondylolisthesen. Immerhin lässt sich die Restbeweglichkeit der WS hinsichtlich der mit einem Trauma überlagerten degenerativen Erkrankungen mit der Elkameter-Methode gut ermitteln, und es darf nicht vergessen werden, daß jede metrische Bestimmung der Wirbelsäulen-Beweglichkeit nur ein Teil der Gesamtuntersuchung ist, wie kürzlich gerade von RETTIG hervorgehoben wurde.

Anlässlich der Nachuntersuchung von 70 Patienten mit Frakturen der Rumpfwirbelsäule der Chirurgischen Universitätsklinik Gießen zeigte sich, daß sich die posttraumatische Einschränkung nur eines Bewegungssegmentes kaum nennenswert auf die Beweglichkeit der gesamten WS auswirkt, ganz im Gegensatz zu Gibbusbildungen, weil diese zu einer Steilhaltung der cranial vom Bruch gelegenen Wirbelsäulen-Abschnitte, die um eine Ausgleichshaltung bemüht sind, und damit zu einer Überbelastung der Wirbelbogengelenke und der Bandscheiben,

die in unphysiologischer Stellung stehen müssen, führen. Auch die Muskulatur nimmt an dieser Überbeanspruchung teil.

Diese Erkenntnisse sollten bei der Behandlung von Wirbelfrakturen Berücksichtigung finden. Weil durch das Aufrichtungsverfahren im ventralen Durchhang nach BÖHLER eine Gibbusbildung sicherer zu vermeiden ist als durch eine funktionelle Behandlung, sollten möglichst alle Wirbelbrüche aufgerichtet und später im Gipsmieder genügend lange ruhiggestellt werden.

Auch das Lebensalter der Verletzten und Vorschäden aller Art beeinflussen, wie besprochen, das Endergebnis eines Wirbelbruches erheblich. So machen z.B. Veränderungen im Sinne einer Spondylosis deformans traumatica bei den in ihrem Bewegungsausmaß physiologischerweise stärker eingeeengten WS der älteren Menschen, die hinsichtlich der Beweglichkeit einer Art Dekompensation entgegengehen, stärkere Ausfallerscheinungen als bei jungen. Das ließ sich durch die exakte Meßtechnik auch nachweisen und sollte bei Begutachtungen von Unfallschäden aller Art berücksichtigt werden.

Literaturverzeichnis.

- BAKKE, S. :Röntgenologische Beobachtungen über die Bewegungen der Wirbelsäule.
Acta radiol. Stockholm, Suppl. XIII (1931)
- BECHTOLD, W. :Was leisten Funktionsaufnahmen bei der Diagnose von Wirbelsäulenerkrankungen?
Die WS in Forsch.u.Prax. Bd. 28,28 (1964)
- BECK, W. :Die röntgenologisch sichtbare Heilung von Wirbelbrüchen und Bandscheibenschäden.
Hefte Unfallhk. H. 48, 154 (1955)
- BÖHLER, J. :Sollen Wirbelbrüche mit Lähmungen reponiert werden?
Langenbecks Arch.klin.Chir. 279,222 (1954)
- BÖHLER, L. :Die Technik der Knochenbruchbehandlung.
Bd. I, W. Maundrich, Wien 1943
- BÖHLER, L. :Behandlung von Wirbelbrüchen mit und ohne Lähmungen.
Zbl. Chir. 2210 (1937)
- BÖHLER, L. :Wandlungen in der Begutachtung und Behandlung von Wirbelbrüchen.
Langenbecks Arch.klin.Chir. 200,281 (1940)
- BROCHER, J.E.W. :Die Wirbelsäulenleiden und ihre Differenzialdiagnose.
G. Thieme, Stuttgart 1966
- BRÜCKNER, R., R.R. UNGER: Nachuntersuchungsergebnisse nach Wirbelfrakturen.
Zbl. Chir. 87,1925 (1962)
- BÜRKLE DE LA CAMP, H. :Funktionelle Wirbelbruchbehandlung oder Böhlersche Wirbelbruchaufrichtung?
Langenbecks Arch.klin.Chir. 200,321 (1940)
- BÜRKLE DE LA CAMP, H. :Die Unfallchirurgie der Wirbelsäule.
Hefte Unfallhk. H.66,112 (1961)
- CHAPCHAL, G. :Orthopädische Krankenuntersuchung.
F. Enke, Stuttgart 1954

- DEDERICH, R. :Ein neuer Winkelmesser aus Plexiglas.
Chirurg, 478(1955)
- DITTMAR, O. :Röntgenstudium zur Mechanologie der Wirbelsäule.
Z.orthop.Chir. 55,321 (1931)
- DÜRRIGL, Th. :Messungstechnik der sagittalen Beweglichkeit der Brustwirbelsäule.
Zschr. Rheumaforsch. 20,125 (1961)
- EHALT, W. :Das Trauma an der Wirbelsäule und seine Spätfolgen.
Wien.med. Wschr. 649(1954)
- ERDMANN, H. :Möglichkeiten und Grenzen in der Röntgendiagnostik der Wirbelsäule.
Die WS in Forsch.u.Prax. Bd. 28,9 (1964)
- ERDMANN, H. :Die Begutachtung der Wirbelsäule.
Die WS in Forsch.u.Prax. Bd. 40,7 (1968)
- EXNER, G. :Der Kreuzschmerz aus der Sicht des Orthopäden.
Die WS in Forsch.u.Prax. Bd. 37 (1967)
- FICK, R. :Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke.
G. Fischer, Jena 1911
- GALL, F. :Die diagnostische Bedeutung der Dorsaldislokation für die Begutachtung von Wirbelbrüchen.
Hefte Unfallhk. H. 61,296 (1958)
- GIEBEL, M.G. :Die stabile und die instabile Heilung von Wirbelsäulenverletzungen.
Die WS in Forsch.u.Prax. Bd. 40,158 (1968)
- GNILKA, G. :Adoleszentenkyphose und Wirbelbruch.
Mschr. Unfallhk. 55,281 (1952)
- GULEKE, N. :Klippen chirurgischer Begutachtung.
Hefte Unfallhk. H.48,137 (1955)
- GÜNTZ, E. :Gedanken zur Begutachtung von Wirbelsäulenschäden nach orthopädischen Gesichtspunkten

- Arch.orthop.Unfall-Chir.47,558 (1955)
Die klinische Untersuchung der Wirbelsäule
und Begutachtungsfragen der Wirbelsäule.
In:Handbuch der Orthopädie, Hrsg. v. G.Hoh-
mann, M.Hackenbroch u. E.Lindemann,
Band 2, G.Thieme, Stuttgart 1958
- HACKETHAL, K.H. :Das Messen in der Unfallbegutachtung.
Hefte Unfallheilkunde, H.66,189 (1961)
Ein verfahren zur genauen Bestimmung der
Wirbelsäulenbeweglichkeit.
Die WS in Forsch.u.Prax. Band 25
- HUSSER, F. :Studien über Bewegungen der Brust- und Len-
denwirbelsäule bei der Ausübung verschiede-
ner Berufe unter Berücksichtigung der Be-
rufsfürsorge für Körperbehinderte
Arch.orthop.Unfall-Chir. 44,473 (1951)
Handbuch der gesamten Unfallheilkunde (Hrsg
v. H.Bürkle de la Camp und P. Rostock).
Bd. II, F. Enke, Stuttgart 1955
- HELLNER,H., R.NISSEN, K. VOSSSCHULTE: Lehrbuch der Chirurgie.
G. Thieme, Stuttgart 1962
- HOFFMANN,W., E.SANDER :Behandlungsergebnisse der Wirbelkompres-
sionsbrüche.
Mschr. Unfallhk. 69,574 (1966)
- JUNGHANNS, H. :Lendenkreuzbeinegend und Becken.
Chirurg, 6.135 (1934)
- JUNGHANNS, H. :Fortschritte in Erforschung, Erkennung, Be-
handlung und Begutachtung der Wirbelsäulen-
leiden und der spondylogenen Symptome.
Chir.Prax. 79(1958)
- JUNGHANNS, H. :Die Begutachtung von Unfallfolgen an der
gesunden und an der vorgeschädigten WS.
Die WS in Forsch.u.Prax. Bd.9 (1959)
- JUNGHANNS, H. :Wirbelsäule (In:Klinische Chirurgie für die
Praxis. Bd. IV, G. Thieme, Stuttgart 1966
- JUNGHANNS, H. :Chondrosis (Osteochondrosis) intervertebra-
lis und Spondylosis deformans in ihren Be-
ziehungen zum Trauma und zur Begutachtung.

- Die WS in Forsch.u.Prax. Bd. 40,104 (1968)
- KAMIETH, H. :Funktionelle Untersuchung der Brustwirbelsäule und ihre klinische Bedeutung.
Arch.orthop.Unfallchir. 49,196 (1957)
- KARITZKY, B. :Grundsätze der Wirbelbruchbehandlung.
Arch.Klin.Chir. 190,669 (1937)
- KELLER, H. :A clinical study of the mobility of the human spine.Its extent and its clinical important.
Arch.Surg. 8,627 (1924)
- KELLNER, H. :Vorteile des Meßfächers nach Schlaaff zur Feststellung von Bewegungsausschlägen.
Mächr. Unfallhk. 55,179 (1952)
- KÖHLER,A., E.A.ZIMMER :Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen in Röntgenbild des Skeletts.
G. Thieme, Stuttgart 1959
- KONECZNY, O. :Auswertung und Dokumentation traumatischer Wirbelsäulenschäden.
Hefte Unfallhk. H. 90,33 (1967)
- KROKOWSKI, E. :Traumatische und osteoporotische Wirbelfrak tur quantitativ beurteilt.
Fortschr.Röntgenstr. 101,190 (1964)
- LANGE, M. :Grundlagen der Beurteilung von Wirbelsäulenverletzungen und -erkrankungen.
Hefte Unfallhk. H.41 (1951)
- LEGER, W. :Die Form der Wirbelsäule mit Untersuchungen über ihre Beziehung zum Becken und die Statik der aufrechten Haltung.
Z.Orthop. 91 (Beilageheft) 1959
- LEGER, W. :Die Begutachtung der verletzten Wirbelsäule
Verh.dtsch.orthop.Ges. 93,325 (1960)
- LOB, A. :Die Wirbelsäulenverletzungen und ihre Ausheilung.
G. Thieme, Stuttgart 1954
- LOB, A. :Das Wirbelsäulentrauma in der Begutachtung der sozialen Unfallversicherung.
Die WS in Forschu.Prax. Bd. 9 (1959)

- MOLOWITZ, G. :Die Messung der Gelenkbeweglichkeit bei der Begutachtung.
Chir.Prax. 6,27 (1962)
- MAIER, K. :Brauchbarkeitsprüfung an orthopädischen Korsetten durch Röntgenfunktionsaufnahmen.
Radiologe 3,228 (1963)
- NICOLL, E.A. :Fractures of the dorso-lumbal spine.
J.Bone Surg. 313,376 (1949)
- PASCHER, M. :Beitrag zur Kenntnis der Kompressionsbrüche der Wirbelkörper hinsichtlich Diagnose, Behandlung und bleibender Erwerbsminderung.
Mschr. Unfallhk. 55,50 (1952)
- PROBST, J. :Zur funktionellen Beurteilung der Folgen von Brust- u.Lendenwirbelsäulenverletzungen
Radiologe 3,219 (1963)
- REISSCHAUER, F. :Über die Begutachtung der Wirbelbandscheibenschäden.
Mschr. Unfallhk. 41,7 (1951)
- RETTIG, H. :Patho-Physiologie angeborener Fehlbildungen der Lendenwirbelsäule und des Lendenwirbelsäulenüberganges
Beih.z.Z.Orthop. 91 (1959)
- RETTIG, H. :Die Untersuchung der Wirbelsäule.
Der Internist 9,393 (1968)
- RETTIG, H., K.KOLLMANN :Wirbelsäulen-Fibel.
G. Thieme, Stuttgart 1967
- ROAF, R. :A study of the mechanics of spinal injuries
J.Bone Surg. 42-B,810 (1960)
- SCHEIDT, R. :Über das Schicksal aufgerichteter Wirbelfrakturen.
Mschr. Unfallhk. 53,140 (1950)
- SCHEIDT, R. :Zur Technik der Wirbelfrakturenbildung. Untersuchungen über die Bedeutung der Einflüsse des Axialdruckes.
Langenbecks Arch.klin.Chir. 268,200 (1951)

- SCHEIDT, R., F. PRINZ :Zur Behandlung der Impressionsfrakturen
der Wirbelkörper.
Chirurg 22,110 (1951)
- SCHLEGEL, K.F. :Die Abgrenzung des nicht traumatischen Vor-
schadens an der Wirbelsäule gegenüber den
Verletzungsfolgen.
Die WS in Forsch.u.Prax. Bd. 40,111 (1968)
- SCHMORL, G., H. JUNGHANS :Die gesunde und die kranke Wirbelsäule in
Röntgenbild und Klinik.
G. Thieme, Stuttgart 1968
- SCHNELLE, H.H. :Längen-Umfangs- und Bewegungsmasse des
menschlichen Körpers.
J.A. Barth, Leipzig 1967
- SCHOBERTH, H. :Die kompensatorische Rolle der Wirbelsäulen-
muskulatur für die Rehabilitation der ver-
letzten Wirbelsäule.
Die WS in Forsch.u.Prax. Bd. 40,162 (1968)
- SCHLÜTER, K. :Über Wirbelverschiebung in der Lendengegend.
Die WS in Forsch.u.Prax. Bd. 1 (1956)
- SEYFARTH, H. :120 Wirbelsäulenverletzungen einschließlich
der Spätergebnisse.
Verh.dtsch.orthop.Ges. 99,372 (1960)
- TONDURY, G. :Angewandte und topographische Anatomie.
G. Thieme, Stuttgart 1965
- SOLLMANN, A.H. :Die gestörte Kinematik der Wirbelsäule.
Zbl.Chir. 85,849 (1960)
- STODDARD, A. :Lehrbuch der osteopathischen Technik an
Wirbelsäule und Becken.
Die WS in Forsch.u.Prax. Bd. 19
- UIBE, P. :Zur Begutachtung von Wirbelsäulenschäden.
Zbl.Chir. 84,1946 (1959)
- UEBERMUTH, H. :Die Wirbelsäule und Unfall.
Zbl.Chir. 85,849 (1960)
- WACHS, E. :Sollen Wirbelbrüche nach Böhler reponiert
werden?
Chirurg 19 (1938)

- WAERDEN VAN DER, B.L., E. NIEVERGELT:Tafeln zum Vergleich zweier Stichproben mittels X-Test und Zeichentest. Springer, Berl.Gött.Heidel. 1956
- WAGENHÄUSER, F.J. :Bewegungsdiagnostik der Wirbelsäule in ihrer Gesamtheit und in ihren Regionen. Die WS in Forsch.u.Prax. Bd. 40,35 (1968)
- WELLER,S., E.KERN, C.KUMMER:Die knöchernen Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule. Mschr. Unfallhk. 68,239 (1965)
- WITT, A.N. :Klinik und Therapie der Wirbelsäulenverletzungen. Verh.dtsch.orthop.Ges. 93,351 (1960)
- ZILLMER, H. :Behandlungsergebnisse aufgerichteter Kompressionsfrakturen im Bereich der Brust- und Lendenwirbelsäule. Mschr. Unfallhk. 63,224 (1960)
- ZUCKSCHWERT, L. :Unfallverletzungen der Wirbelsäule und Beurteilung ihrer Folgen. Dtsch.med.J. 536 (1952)

A N H A N G

Tab. 24. Übersicht der nachuntersuchten Verletzten.

Altersklasse	Fall-Nr.	Ge- schle- cht	Lokalisation der Verletzung	Art der Ver- letzung	Achsendeformierung WS-Veränderungen Beschwer. (Spätergebnis)	
15-20	1	18 f	10-12.BW, 1-2.LW	WKB+BSV	keine	-
	2	19 m	3.LW	WKB	"	-
	3	20 m	1.LW	"	"	+
	4	27 m	12.BW	WKB	keine	-
	5	25 m	9-12.BW	"	"	-
	6	25 f	12.BW, 1.LW	"	"	-
	7	23 f	6.BW	WKB+BSV	Gibbus 5°	-
	8	26 m	12.BW, 1-2.LW	"	"	-
	9	28 m	2.LW	WKB	Spond.def.tr. keine	-
	10	39 m	6.BW	WKB+BSV	"	+
	11	39 m	1-2.LW	"	"	+
	12	32 m	12.BW, 1.LW	WKB	Sp.def.tr. keine	++
	13	31 f	1.LW	WKB+BSV	"	-
	14	36 m	12.BW	WKB	"	-
	15	31 m	12.BW	"	"	-
21-40	16	35 m	1.LW	WKB+BSV	"	+
	17	36 m	8.BW	"	"	+
	18	33 m	12.BW, 1.LW	"	Gibbus 5°(10°)	++
	19	35 m	12.BW, 1-2.LW	"	Sp.def.tr. keine	+
	45	22 m	6.BW	"	"	+
	46	26 m	1.LW	"	"	+
	47	26 m	6.BW	WKB	"	-
	48	23 f	2-4.LW	WKB+BSV	"	-
	49	27 m	8.BW	"	"	-
	50	35 m	8.BW	WKB	"	+
	51	32 f	12.BW	WKB+BSV	Gibbus 5° (5°) Streckhaltung	-
	52	31 m	1.LW	"	"	++
	53	39 m	12.BW	WKB	"	-
	54	37 f	2.LW	WKB+BSV	Gibbus 12° Sp.def.tr.	++

+ = Aufrichtung, Gibbus () = Seitliche Knickung, Sp.def.tr. = Spondylolysis deformans traumatica,

Sp.def. = Allgemeine Spondylolysis deformans, Osteop. = Osteoporose

- = Keine Beschwerden +, ++, +++ = Leichte, mäßige, starke Beschwerden

20	47	m	3. LW	WKB+BSV	Gibbus (10°)	Sp.def.tr.	+
21	51	m	12. BW 3-4. LW	" "	Gibbus 5°	" "	++
22	55	m	8. BW	WKB	-	keine	-
23	53	f	12. BW, 1-5. LW	WKB+BSV	Streckhaltung	Sp.def.tr.	+
24	54	f	1. LW	" "	Gibbus 8° (5°)	" "	+
25	53	m	12. BW	WKB	-	keine	+
26	54	f	12. BW	WKB+BSV	Gibbus 8° (10°)	" "	++
27	53	f	1. LW	WKB	-	" "	+
28	43	m	12. BW	WKB+BSV	-	" "	+
56*	44	m	1. LW	" "	Gibbus 8°	Sp.def.tr.	++
57*	42	f	3. LW	" "	-	" "	+
58*	43	m	1. LW	" "	Gibbus 20°	" "	++
59*	45	m	12. BW	" "	-	" "	+
60*	47	m	2. LW	" "	-	" "	-
61*	45	m	9. BW	" "	-	keine	++
62*	60	m	12. BW	" "	-	Sp.def.tr.	+
63*	59	f	1. LW	" "	Gibbus 10°	" "	-
64*	56	m	1. LW	" "	-	" "	++
65*	57	m	7. BW	WKB	Gibbus 6°	" "	++
28	66	m	12. BW	WKB+BSV	Gibbus 10°	keine	+
29	61	m	10. 12. BW	" "	-	keine	++
30	64	m	1. LW	vaW	Gibbus 10°	Sp.def.tr.	++
31	66	m	1. LW	WKB+BSV	Gibbus 7°	Sp.def.	++
32	61	f	12. BW	WKB	-	keine	++
33	70	m	11. BW	" "	Gibbus 10°	Sp.def.	++
34	67	m	12. BW	" "	Gibbus 8°	" "	+
35	64	m	12. BW, 1. LW	" "	Gibbus 12°	" "	+
36	64	m	12. BW	" "	Gibbus 10°	" "	++
37	65	m	6. BW	" "	-	" "	+
38	68	f	11. BW	WKB+BSV	Gibbus 7°	" "	+
39	66	f	11. BW	" "	Gibbus 8°	Sp.def.tr.	++
40	73	m	11. BW	vaW	Gibbus 8°	" "	++
41	71	m	12. BW, 1. LW	WKB+BSV	Gibbus 18°	Osteopor.	+
42	75	f	4. LW	vaW	Streckhaltung	Sp.def. Osteopor.	+
43	74	m	12. BW	WKB+BSV	Gibbus 10°	Sp.def.	++
44	79	f	2. LW	" "	Gibbus 6°	" "	++
66*	65	m	12. BW	vaW	-	Sp.def.tr.	+
67*	67	m	1-2. LW	WKB+BSV	-	" "	+
68*	73	m	6. BW	WKB	-	" "	-
69*	75	m	1. LW	" "	Kyphose	Oste. Sp.def.	-
70*	74	m	2. LW	WKB+BSV	Streckhaltung	Sp.def.	+
					-	Sp.def. Osteop.	-

41-60

61-80

Tab. 25. Ergebnisse der Beweglichkeitsmessung der Rumpfwirbelsäule bei 70 nachuntersuchten Verletzten.

(Mit + gezeichnet sind die mit Wirbelaufrichtung behandelten Fälle)

Alters- klasse	Fall	Beugen	Strecken	Rechts- Neigen	Links Neigen	Rechts- Drehen	Links- Drehen
11-20	1	65	50	50	50	40	30
	2	70	50	45	45	60	60
	3	80	30	45	50	50	50
	4	90	40	40	40	45	45
	5	75	50	60	45	50	50
	6	80	35	60	60	50	50
	7	70	30	55	55	50	50
	8	70	35	45	45	40	40
	9	75	30	50	50	45	45
	10	85	35	55	55	50	50
	11	50	10	35	35	30	30
	12	80	40	55	55	55	55
	13	80	40	60	60	70	70
	14	70	25	45	45	40	40
	15	75	30	40	40	30	40
21-40	16	70	40	50	50	50	50
	17	75	30	30	30	30	30
	18	80	40	50	60	60	60
	19	80	50	60	60	50	50
	45+	80	50	65	65	70	70
	46+	80	40	55	50	50	40
	47+	100	40	55	55	60	60
	48+	90	45	60	60	50	50
	49+	70	30	40	50	50	50
	50+	75	30	55	55	50	50
	51+	55	15	40	40	40	50
	52+	85	45	50	50	70	70
	53+	60	40	50	50	50	50
	54+	60	20	20	35	25	25

Tab. 25. Fortsetzung.

Alters- klasse	Fall	Beugen	Strecken	Rechts- Neigen	Links- Neigen	Rechts- Drehen	Links- Drehen
41-60	20	65	30	40	40	30	30
	21	65	30	45	45	45	45
	22	60	20	45	45	45	45
	23	50	25	50	30	40	30
	24	60	30	40	40	60	60
	25	70	30	50	50	45	45
	26	50	10	35	40	20	20
	27	40	35	40	40	40	40
	55+	70	40	50	50	40	40
	56+	90	20	35	45	50	45
	57+	80	30	40	40	60	60
	58+	65	35	45	50	50	45
	59+	75	35	45	45	60	60
	60+	80	20	30	30	15	10
	61+	85	30	45	50	50	50
	62+	80	35	40	40	40	40
	63+	45	25	35	35	20	20
	64+	60	30	40	35	40	40
	65+	80	25	40	40	40	40
61-80	28	70	35	45	45	30	30
	29	55	5	25	20	25	25
	30	55	45	45	45	45	45
	31	50	10	25	30	30	40
	32	40	15	20	5	15	15
	33	25	15	15	10	20	20
	34	35	10	30	35	25	35
	35	40	15	15	35	35	40
	36	30	15	25	30	15	15
	37	60	35	35	30	40	40
	38	55	25	30	30	20	20
	39	40	25	20	40	30	60
	40	55	10	15	15	25	25
	41	30	5	20	5	15	20
	42	40	20	30	30	20	20
	43	35	10	15	15	20	20
	44	70	10	20	30	15	15

Tab. 25. Fortsetzung

Alters- klasse	Fall	Beugen	Strecken	Rechts- Neigen	Links- Neigen	Rechts- Drehen	Links- Drehen
61-80	66+	75	30	40	40	40	45
	67+	60	20	45	45	60	60
	68+	65	25	40	30	30	40
	69+	25	5	10	10	5	5
	70+	70	25	30	40	35	35

Lebenslauf.

Am 23. November 1935 wurde ich, Nicolas Papastavrou, als Sohn des Beamten Georg Papastavrou und seiner Ehefrau Areti, geb. Postini, in Kranidi in Griechenland geboren.

Von 1941 bis 1947 besuchte ich in Kranidi die Volksschule und ab 1947 das Gymnasium, an dem ich im Juni 1953 das Abitur ablegte.

Im Oktober 1954 begann ich mit dem Medizin-Studium an der Universität in Athen und bestand dort im November 1960 das Diplom-Examen.

Von November 1960 bis April 1962 war ich als Assistenzarzt in der Allgemeinen Klinik "Asklipios" in Athen tätig. Während meines Militärdienstes war ich von Juni 1962 bis Juli 1963 als Assistenzarzt in der I. Chirurgischen Klinik des Marinekrankenhauses in Athen eingestellt.

Im September 1963 kam ich nach Deutschland und besuchte anfänglich einen dreimonatigen Lehrgang am Goethe-Institut in Berlin zur Vervollständigung meiner deutschen Sprachkenntnisse.

Vom 28.12.1963 bis 31.10.1966 arbeitete ich als Assistenzarzt in der Chirurgischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Lüneburg.

Seit dem 1.11.1966 bin ich als Verwalter einer wissenschaftlichen Assistentenstelle in der Chirurgischen Klinik Gießen tätig.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. K. Vosschulte,
unter dessen Klinikleitung ich die Arbeit erstellen konnte.

Herrn Priv.Do. Dr. H. Ecke bin ich zu herzlichem Dank verpflichtet für die Überlassung des Themas und für die Ratschläge und Unterstützung bei der Ausführung der Arbeit.

